

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA
INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**DISEÑO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL BOCA DEL SUCIO - LAS
DELICIAS - SAN SALVADOR, UBICADO EN LA PARROQUIA SAN
GREGORIO, DEL CANTÓN MUISNE, DE LA PROVINCIA DE
ESMERALDAS**

**AUTOR:
SARABIA TIPÁN DIEGO MAURICIO**

**DOCENTE TUTOR:
HUGO FLORENCIO TORRES MERINO**

Quito, febrero del 2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Diego Mauricio Sarabia Tipán, con documento de identificación N° 1720274776, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL BOCA DEL SUCIO - LAS DELICIAS - SAN SALVADOR, UBICADO EN LA PARROQUIA SAN GREGORIO, DEL CANTÓN MUISNE, DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Diego Mauricio Sarabia Tipán

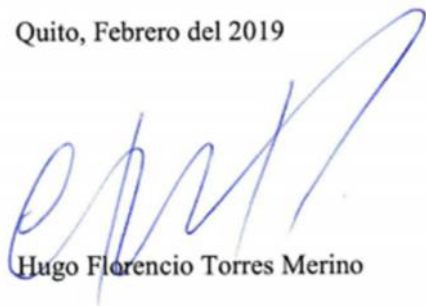
1720274776

Quito, Febrero del 2019

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, “DISEÑO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL BOCA DEL SUCIO - LAS DELICIAS - SAN SALVADOR, UBICADO EN LA PARROQUIA SAN GREGORIO, DEL CANTÓN MUISNE, DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS”, realizado por Diego Mauricio Sarabia Tipán, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, Febrero del 2019



Hugo Florencio Torres Merino

Cédula de Identidad: 1714771977

DEDICATORIA

A mis Padres y hermano Segundo Sarabia, Susana Tipán & Byron Sarabia quienes me han forjado como la persona que soy y a quienes amo con mi más sincero amor.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me acompaña y me levanta a mi continuo caminar, a la Universidad Politécnica Salesiana, institución que me permitió finalizar una etapa de mi vida, a los docentes por la paciencia, orientación y guía prestada, al Ingeniero Hugo Torres quien con su conocimiento guio la realización de este proyecto.

De manera especial a mis padres y hermano quienes siendo un apoyo fundamental me han motivado constantemente para poder finalizar mis estudios y de igual manera a Paola Cepeda quien me ha brindado un apoyo incondicional en momentos buenos y malos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	1
GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específico.....	2
1.3 Datos Del Proyecto.....	2
1.4 Ubicación Del Proyecto	3
1.5 Estado Actual De La Vía De Estudio	6
CAPITULO II.....	7
ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	7
2.1 Reconocimiento De Campo	7
2.2 Trabajos De Campo	7
2.3 Trabajos de Gabinete	10
2.4 Equipo Topográfico Utilizado	10
2.5 Puntos De Posicionamiento GPS	11
2.6 Planimetría Y Altimetría.....	12
CAPITULO III	14
ESTUDIO DE TRÁFICO	14
3.1 Introducción	14
3.2 Alcance Del Estudio	14
3.3 Conteos De Tránsito.....	15
3.3.1 Estaciones De Conteo.....	15
3.4 Características Existentes	18
3.4.1 Tasa De Crecimiento Vehicular	18
3.4.2 Tráfico Existente	18
3.4.3 Tráfico Proyectado	22
3.4.4 Tráfico Desviado (Td)	23
3.4.5 Tráfico Desarrollado (TD)	24
3.4.6 Tráfico Generado (TG).....	25
3.5 Proyección Del Tráfico.....	27
3.6 Determinación Del Trafico Promedio Diario Anual (Tpda).....	27
3.7 Clasificación Tipo De Vía (Normativa MOP 2003)	27
3.8 Determinación Del Número De Ejes Equivalentes ESALS's.....	28
EL factor dirección (Fd).....	29
EL factor carril (Fc).	29
3.9 Determinación Del Espectro De Carga	31
CAPITULO IV	32
DISEÑO GEOMÉTRICO.....	32
4.1 Alcance Del Diseño.....	32
4.2 Normas De Diseño	32
4.3 Características Del Proyecto	32

4.4	Criterios De Diseño	33
4.4.1	Velocidad De Diseño (Vd).....	33
4.4.2	Radio Mínimo De Curvatura.....	34
4.4.3	Pendientes Máximas Y Mínimas	37
4.4.4	Distancia De Visibilidad.....	38
4.5	Secciones Adoptadas	40
4.6	Alineamiento Horizontal	42
4.6.1	Curvas Circulares	42
4.6.2	Curvas Espirales.....	46
4.6.3	Reporte De Diseño Horizontal.....	49
4.7	Alineamiento Vertical.....	52
4.7.1	Longitud Crítica De Gradiente.....	52
4.7.2	Curvas Verticales	52
4.7.3	Reporte De Diseño Vertical	56
4.8	Volúmenes Y Curva De Masas	58
4.8.1	Movimiento De Tierras - Volúmenes.....	58
4.8.2	Curva De Masas	59
CAPITULO V		62
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		62
5.1	Generalidades.....	62
5.2	Objetivos	62
5.2.1	General.....	62
5.2.2	Específicos	62
5.3	Descripción De La Zona De Estudio.....	63
5.3.1	Descripción Tectónica Y Geológica De La Zona De Estudio	63
5.3.2	Susceptibilidad a Inundaciones	65
5.3.3	Susceptibilidad Sísmica	66
5.3.4	Susceptibilidad Volcánica.....	67
5.4	Estudios Geotécnicos De La Subrasante	68
5.4.1	Trabajos En Campo	68
5.4.2	Normas Utilizadas Y Ensayos De Laboratorio	70
5.4.3	Descripción Del Subsuelo.....	70
5.4.4	Estratigrafía.....	75
5.5	Taludes.....	78
5.5.1	Trabajos De Campo Y Ensayos De Laboratorio.....	78
5.5.2	Estabilidad De Los Taludes	79
5.6	Fuentes De Materiales	81
5.6.1	Resultados De Las Pruebas De Granulometrías Y Abrasión.....	82
5.6.2	Resultados De Pruebas De Durabilidad Por Desgaste Con Sulfatos	87
5.6.3	Levantamiento Topográfico y Áreas A Explotar De La Mina	89
5.7	Diseño De La Estructura De Pavimento.....	91
5.7.1	Método De Diseño.....	91
5.7.2	Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).....	92
5.7.3	Carga Vehicular.....	92
5.7.4	Confiabilidad De Diseño (R%).....	93
5.7.5	Índice De Servicialidad ($\Delta\psi$) Y Desviación Estándar Total (S_o).....	94
5.7.6	Capacidad De Drenaje (m_i)	95
5.7.7	Módulo Resiliente Y Número Estructural Requerido (Subrasante).....	97

5.7.8	Mejoramiento	100
5.7.9	Sub-base.....	102
5.7.10	Base	105
5.7.11	Coeficiente Estructural Para Concreto Asfaltico	108
5.7.12	Determinación De Los Espesores De Pavimento Flexible Para 10-20 Años	110
5.7.13	Elección De Alternativa De Diseño	113
5.7.14	Cálculo De Cantidades De Obra	114
CAPITULO VI.....		115
DISEÑO HIDRAÚLICO		115
6.1	Objetivo Y Alcance Del Estudio	115
6.2	Metodología Utilizada	116
6.3	Criterios De Diseño De Obras De Arte Menor	118
6.4	Reconocimiento En Campo	120
6.5	Información Básica.....	120
6.5.1	Cartografía Y Topografía.....	120
6.5.2	Tipos Y Uso De Suelo De Las Cuencas De Drenaje	121
6.5.3	Hidrografía.....	122
6.5.4	Información Hidrometeorológica.....	123
6.6	Caracterización Climática.....	125
6.6.1	Factores Climáticos	125
6.6.2	Parámetros Climatológicos	127
6.6.3	Balance Hídrico.....	136
6.7	Evaluación y diagnóstico de los Sistemas de Drenaje y Subdrenaje Existentes	139
6.7.1	Inventario De Estructuras De Drenaje Transversal.....	139
6.7.2	Inventario De Estructuras De Drenaje Longitudinal	140
6.7.3	Inventario De Estructuras De Subdrenaje.....	140
6.8	Parámetros De Diseño	140
6.8.1	Determinación Del Tiempo De Concentración.....	140
6.8.2	Parámetros Físicos.....	141
6.8.3	Periodo De Retorno	143
6.8.4	Lluvias Intensas.....	144
6.9	Caudales.....	147
6.9.1	Método Racional	147
6.9.2	Determinación Del Coeficiente De Escorrentía C	148
6.9.3	Determinación De Caudales Para el Diseño De Alcantarillas	149
6.10	Dimensionamiento De Las Obras De Drenaje.....	149
6.10.1	Cunetas	150
6.10.2	Alcantarillas	156
6.10.3	Obras De Subdrenaje	164
6.10.4	Muros De Contención.....	166
	Presión Activa (Pa):.....	167
	Presión Pasiva (Pp):.....	167
	Peso Propio:	167
6.11	Cálculo De Volúmenes De Obra.....	173

CAPITULO VII.....	174
DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL.....	174
7.1 Consideraciones De Seguridad Vial.....	174
7.2 Normativa Utilizada	175
7.3 Señalización Vertical.....	175
7.3.1 Señales Preventivas (P).....	176
7.3.2 Señales Reglamentarias (R)	177
7.3.3 Señales Informativas (I).....	178
7.3.4 Delineadores De Curva Tipo Chevrones	179
7.3.5 Especificaciones De Construcción	182
7.4 Señalización Horizontal.....	185
7.4.1 Demarcación Longitudinal	187
7.4.2 Tachas Reflectivas.....	188
7.4.3 Características De La Pintura.....	190
7.5 Ubicación De La Señalética.....	190
7.5.1 Cálculo De Cantidades De Obra	195
CAPITULO VIII.....	196
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	196
8.1 Introducción	196
8.2 Antecedentes	196
8.3 Objetivos	197
8.3.1 General.....	197
8.3.2 Objetivo Específico	197
8.4 Ubicación	197
8.5 Metodología	198
8.6 Marco Legal	198
8.7 Definición Área Influencia Del Proyecto	200
8.7.1 Área De Influencia Directa	200
8.7.2 Área De Influencia Indirecta.....	200
8.8 Línea Base Ambiental	201
8.8.1 Medio Físico	201
8.8.2 Medio Biótico	208
8.8.3 Identificación Clasificación Los Impactos Ambientales	212
8.9 Plan De Manejo Ambiental.....	214
8.9.1 Plan De Prevención Y Mitigación De Impactos	214
8.9.2 Plan De Manejo De Desechos.....	218
8.9.3 Plan De Comunicación, Capacitación Y Educación Ambiental	219
8.9.4 Plan De Relaciones Comunitarias	220
8.9.5 Plan De Contingencias.....	221
8.9.6 Plan De Monitoreo Y Seguimiento	223
8.9.7 Plan De Rehabilitación De Áreas Afectadas	224
8.9.8 Plan De Cierre, Abandono Y Entrega Del Área	225
8.10 Cronograma De Operación Del Proyecto	226
8.11 Matriz De Leopold	227
8.12 Cronograma Valorado Del Plan De Manejo Ambiental.....	231
CAPITULO IX	232

EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA	232
9.1 Ingresos (Beneficios).....	232
9.1.1 Costos De Operación Vehicular.....	232
9.1.2 Sistema De Producción.....	237
9.1.3 Plusvalía Del Sector	238
9.1.4 Traslado De Productos Del Sector	239
9.2 Egresos (Costos Económicos Del Proyecto).....	240
9.2.1 Mantenimiento Vial.....	240
9.2.2 Costos De Construcción De La Vía	242
9.3 Evaluación Económica Y/O Financiera (Indicadores Financieros)	242
9.3.1 Valor Actual Neto (Van)	243
9.3.2 Tasa Interna De Retorno (TIR)	244
9.3.3 Análisis Del Beneficio-Costo B/C	246
CAPITULO X	248
9.4 Presupuesto	248
9.5 Análisis Precios Unitarios (A.P.U.).....	251
9.6 Cronograma Valorado De Ejecución.....	252
9.7 Especificaciones Técnicas Y Fórmula Polinómica	252
9.7.1 Especificación Técnica	252
9.7.2 Fórmula Polinómica	253
CAPITULO XI	254
CONCLUSIONES.....	254
RECOMENDACIONES	255
BIBLIOGRAFÍA	257

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población Beneficiada	3
Tabla 2. Coordenadas Ubicación Del Proyecto.....	4
Tabla 3 Información Equipo GPS	11
Tabla 4 Información Equipo Antena GPS	11
Tabla 5 Información Equipo Estación Total	11
Tabla 6 Resumen De Puntos GPS (Sistema De Posicionamiento Geográfico)	12
Tabla 7 Estaciones De Conteo Manual.....	15
Tabla 8 Formulario Para El Conteo Manual Clasificado.....	16
Tabla 9 Clasificación Vehicular	17
Tabla 10 Resumen De Conteo - Estación #1.....	17
Tabla 11 Resumen De Conteo - Estación #2.....	17
Tabla 12 Tasa De Crecimiento Vehicular.....	18
Tabla 13 Trafico Existente – Obtenido De Los Conteos Manuales	18
Tabla 14 Tráfico Promedio Diario Semanal - Mensual	20
Tabla 15 Estadística De Consumo De Combustible “Provincia De Esmeraldas”	21
Tabla 16 Determinación Del Factor De Ajuste Mensual.....	21
Tabla 17 Tráfico Promedio Diario Anual	21
Tabla 18 Tráfico Proyectado Del Proyecto.....	23
Tabla 19 Tráfico Por Desarrollo Del Proyecto.....	25
Tabla 20 Tráfico Generado Del Proyecto	26
Tabla 21 Proyección Del Tráfico Para Diferentes Periodos	27
Tabla 22 TPDA a Los Años De Interés Del Proyecto	27
Tabla 23 Clasificación De La Carretera De Acuerdo Al Tráfico.....	28
Tabla 24 Clasificación Funcional De La Vía.....	28
Tabla 25 Factor Dirección.....	29
Tabla 26 Factor Carril	29
Tabla 27 Determinación ESALS’s Para Cada Tipo De Vehículo Año Base	30
Tabla 28 Número De Ejes Equivalentes (Esas’ S) Periodo De 10 Años	30
Tabla 29 Número De Ejes Equivalentes (Esas ‘S) Periodo De 20 Años	30
Tabla 30 Determinación Del Espectro Carga Periodo De 10 Años	31
Tabla 31 Determinación Del Espectro Carga Periodo De 20 Años	31
Tabla 32 Velocidades De Diseño Recomendadas Para Carreteras.....	33
Tabla 33 Determinación Radio De Curva Circular Mínimo	36
Tabla 34 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas en función del peralte (E) y el coeficiente de fricción (F)	37
Tabla 35 Valores De Diseño De Las Gradientes Longitudinales Máximas	38
Tabla 36 Distancia De Visibilidad Mínima De Frenado.....	39
Tabla 37 Distancia De Visibilidad Mínima De Rebasamiento	40
Tabla 38 Anchos De Calzada	41
Tabla 39 Sección De Diseño	41
Tabla 40 Gradiente Longitudinal necesaria Para Peralte	44
Tabla 41 Cálculo De La Longitud De Transición Y Aplanamiento.....	45
Tabla 42 Sobre ancho Calculado Para Radios Máximo Y Mínimo	46
Tabla 43 Valores De Longitud De Espiral En Función De Radio Y Velocidad	47
Tabla 44 Cuadro De Curvas Circulares	49
Tabla 45 Cuadro De Curvas Espirales.....	51
Tabla 46 Coeficiente K Para Curvas Verticales Convexas	54
Tabla 47 Coeficiente K Para Curvas Verticales Cóncavas	55

Tabla 48 Cuadro De Curvas Verticales	56
Tabla 49 Volúmenes De Corte Y Relleno Por Kilómetro	59
Tabla 50 Acumulación De Volúmenes	60
Tabla 51 Coordenadas Ubicación Del Proyecto.....	63
Tabla 52 Valores Factor “F” Según Zona Sísmica.....	67
Tabla 53 Espaciamiento Aproximado De Sondeos	68
Tabla 54 Resumen Resultados De Ensayos DCP Vía Boca Del Sucio	69
Tabla 55 Resumen Resultados De Ensayos Cbr Vía Boca Del Sucio	69
Tabla 56 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio.....	71
Tabla 57 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio.....	72
Tabla 58 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio.....	73
Tabla 59 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio.....	74
Tabla 60 Resumen Resultados Ensayos Triaxial.....	79
Tabla 61 Valores De Diseño Recomendado En Los Taludes En Terrenos planos	81
Tabla 62 Ubicación – Distancia De Minas Estudiadas.....	81
Tabla 63 Granulometría De La Sub Base	83
Tabla 64 Resultados De Abrasión De La Sub-base.....	84
Tabla 65 Elección Del Tipo De Sub-Base	85
Tabla 66 Granulometría De La Base	85
Tabla 67 Resultados De Abrasión De La Base	87
Tabla 68 Elección Del Tipo De Base.....	87
Tabla 69 Resultado De Ensayo De Durabilidad A Sulfatos De La Base.....	88
Tabla 70 Resultado De Ensayo De Durabilidad A Sulfatos De La Sub- Base	88
Tabla 71 Resumen Durabilidad De Sulfatos	89
Tabla 72 TPDA Proyectado A Los Años De Interés.....	92
Tabla 73 Número De Ejes Equivalentes Para Los Años De Interés.....	93
Tabla 74 Nivel De Confiabilidad De Acuerdo Al Tipo De Camino	93
Tabla 75 Valores Normales De Desviación Estándar (Zr) Correspondientes A Niveles De Confiabilidad Seleccionados.....	94
Tabla 76 Índice De Servicialidad Inicial Y Final.....	95
Tabla 77 Criterios Para Selección De Desviación Estándar Total (So).....	95
Tabla 78 Capacidad De Drenaje Para Remover Humedad	96
Tabla 79 Resumen De Precipitaciones Mensuales – Estación Muisne M-153	96
Tabla 80 Coeficientes De Drenaje Para Tiempos En Función De La Calidad Del Drenaje	97
Tabla 81 Valores De Cbr Para Obtención Del CBR De Diseño	97
Tabla 82 Valores De CBR Obtenidos Mediante DCP.....	98
Tabla 83 Resumen De Parámetros De La Subrasante	99
Tabla 84 Resultados Obtenidos Para Mejoramiento	101
Tabla 85 Resumen De Parámetros Del Mejoramiento	101
Tabla 86 Condiciones Del Tipo De Sub-Base.....	103
Tabla 87 Resultados Obtenidos Para La Sub-Base	104
Tabla 88 Resumen De Parámetros De la Sub-base	104
Tabla 89 Condiciones Del Tipo De Base Clase 2	106
Tabla 90 Resultados Obtenidos Para La Base.....	107
Tabla 91 Resumen De Parámetros De la Base	107
Tabla 92 Criterios De Control De Calidad De Mezclas Asfálticas	109
Tabla 93 Relación Entre El Coeficiente Estructural Para Carpeta Asfáltica	109
Tabla 94 Resultados Obtenidos Para La Carpeta Asfáltica	110
Tabla 95 Espesores De Cálculo En Pulgadas Para 10 Años	111

Tabla 96 Espesores De Cálculo En Pulgadas Para 20 Años	111
Tabla 97 Espesores Mínimos En Pulgadas, En función De Ejes Equivalentes.....	112
Tabla 98 Espesores Finales De Pavimento Para 10 Años.....	112
Tabla 99 Espesores Finales De Pavimento Para 20 Años.....	112
Tabla 100 Cálculo De Cantidades De Obras.....	114
Tabla 101 Red Hidrográfica Existente.....	123
Tabla 102 Estaciones Meteorológicas Utilizadas.....	125
Tabla 103 Temperaturas Medías Mensuales (°C) – Estación Muisne.....	128
Tabla 104 Humedad Relativa Mensual (%) – Estación Muisne.....	129
Tabla 105 Heliofanía Medía Mensual (Horas/Mes) – Estación Quinindé.....	129
Tabla 106 Velocidad Del Viento (M/S) – Estación Muisne	130
Tabla 107 Evaporación Medía Mensual (Mm) – Estación Quinindé.....	131
Tabla 108 Evapotranspiración Potencial Etp (mm).....	133
Tabla 109 Registro De Precipitación Anual (mm) – Estación Muisne.....	134
Tabla 110 Precipitación Medía Mensual (Mm) - Estación Muisne.....	135
Tabla 111 Balance Hídrico Precipitación Vs Etp.....	138
Tabla 112 Inventario De Estructuras De Drenaje Transversal Existentes	139
Tabla 113 Parámetros Físicos Y Tiempos De Concentración.....	141
Tabla 114 Parámetros Físicos De Las Cuencas De Drenaje	143
Tabla 115 Riesgo De Las Obras De Arte Menor	144
Tabla 116 Ecuación Representativa Estación Muisne – 0.153	145
Tabla 117 Intensidad Máxima De Lluvias Para 24 Horas	146
Tabla 118 Intensidades De Cauces Naturales	147
Tabla 119 Método Utilizado Para El Cálculo De La Escorrentía	148
Tabla 120 Determinación Del Coeficiente De Escorrentía.....	149
Tabla 121 Determinación Caudales Método Racional	149
Tabla 122 Velocidades Máximas	151
Tabla 123 Coeficientes De Rugosidad De Manning	152
Tabla 124 Cálculo De Las Secciones Hidráulicas De Cunetas	154
Tabla 125 Cálculo De Las Secciones Hidráulicas De Cunetas	155
Tabla 126 Cálculo De Velocidades De Diseño De Alcantarillas	160
Tabla 127 Cálculo De Pérdida Total De Diseño De Alcantarillas	161
Tabla 128 Propuesta De Intervención Para El Subdrenaje	165
Tabla 129 Abscisas de Ubicación Muros De Hormigón Ciclópeo.....	166
Tabla 130 Datos Y Propiedades Físicas Del Muro.....	169
Tabla 131 Valores Sísmicos NEC 2012.....	170
Tabla 132 Resumen de Fuerzas Actuales En El Muro	171
Tabla 133 Determinación Esfuerzos Cortantes	172
Tabla 134 Determinación de Cantidades De Obra Drenaje Vial	173
Tabla 135 Dimensión De La Señales Preventivas.....	176
Tabla 136 Dimensiones De Señalización Preventivas.....	176
Tabla 137 Cantidad De Señalización Preventiva Utilizada	177
Tabla 138 Dimensiones De Señalización Reglamentarias.....	178
Tabla 139 Cantidad De Señalización Reglamentaria Utilizada	178
Tabla 140 Dimensiones De Señalización Informativa	179
Tabla 141 Cantidad De Señalización Informativa Utilizada.....	179
Tabla 142 Dimensiones De Delineadores De Curva	180
Tabla 143 Espaciamiento Máximo De Delineadores De Curva Horizontal De Acuerdo Con El Radio De Curvatura	180
Tabla 144 Determinación De Delineadores De Curva De Acuerdo Al Radio.....	181

Tabla 145 Cantidad De Delineadores De Curva Utilizados.....	182
Tabla 146 Especificaciones Para Las Láminas Retroreflective	183
Tabla 147 Relación De Señalización Línea De Separación De Circulación Segmentada	188
Tabla 148 Niveles Mínimos De Retro reflexión En Tachas (Mcd/Lux – m ²)	189
Tabla 149 Cantidad De Pintura Utilizadas.....	189
Tabla 150 Ubicación Por Abscisas De La Señalización	191
Tabla 151 Resumen De Señalización Utilizada En El Proyecto	195
Tabla 152 Cantidad De Señalización.....	195
Tabla 153. Coordenadas Ubicación Del Proyecto.....	197
Tabla 154 Leyes Normas Y Reglamentos Relacionados Al Medio Ambiente	199
Tabla 155 Rangos De Pendientes De La Zona De Estudio.....	202
Tabla 156 Red Hidrográfica Existente.....	204
Tabla 157 Unidades Geológicas De La Zona De Estudio	205
Tabla 158 Casos De Problemas De Salud – Producidas Por El Agua.....	208
Tabla 159 Cobertura Vegetal De La Zona De Influencia Del Estudio.....	209
Tabla 160 Uso Actual Del Suelo De La Zona De Influencia Del Estudio.....	210
Tabla 161 Principales Impactos Ambientales Del Proyecto	212
Tabla 162 Cronograma De Operación Del Proyecto	226
Tabla 163 Valores De Riesgo De Impacto.....	228
Tabla 164 Rangos De Comparación Para Niveles De Magnitud E Importancia	228
Tabla 165 Magnitud E Importancia De Las Acciones De Impacto Ambiental	229
Tabla 166 Matriz Leopold – Impactos Ambientales vía Boca del Sucio – Las Delicias – San Salvador.....	230
Tabla 167 Cronograma Valorado – Presupuesto Plan De Manejo Ambiental.....	231
Tabla 168 Velocidad Ahorra Tiempo Del Proyecto	232
Tabla 169 Consumo De Combustible Antes De La Construcción Del Proyecto.....	233
Tabla 170 Consumo De Combustible Después De La Construcción Del Proyecto.....	233
Tabla 171 Consumo De Lubricantes Antes De La Construcción Del Proyecto	234
Tabla 172 Consumo De Lubricantes Después De La Construcción Del Proyecto	234
Tabla 173 Consumo De Llantas Antes De La Construcción Del Proyecto	235
Tabla 174 Consumo De Llantas Después De La Construcción Del Proyecto	235
Tabla 175 Consumo De Amortiguadores Antes De La Construcción Del Proyecto... ..	236
Tabla 176 Consumo De Amortiguadores Después De La Construcción Del proyecto.....	236
Tabla 177 Consumo De Sistema Frenos Antes De La Construcción Del proyecto	237
Tabla 178 Consumo De Sistema Frenos Después De La Construcción Del proyecto ..	237
Tabla 179 Producción Antes De La Construcción Del Proyecto	238
Tabla 180 Producción Después De La Construcción Del Proyecto	238
Tabla 181 Plusvalía De La Tierra Antes De La Construcción Del Proyecto.....	238
Tabla 182 Plusvalía De La Tierra Después De La Construcción Del Proyecto.....	238
Tabla 183 Transporte De Productos Antes De La Construcción Del Proyecto	239
Tabla 184 Transporte De Productos Después De La Construcción Del Proyecto	239
Tabla 185 Beneficios Económicos A Obtenerse Después De Ejecutado El Proyecto ..	239
Tabla 186 Proyección De Beneficios Totales Durante 20 Años	240
Tabla 187 Costo De Mantenimiento Vial Al Año De Operación	241
Tabla 188 Costo De Mantenimiento Vial En El 2do Año De Operación.....	241
Tabla 189 Costo De Mantenimiento Vial Al 6to Año De Operación.....	241
Tabla 190 Costo De Mantenimiento Vial 10mo Año De Operación.....	241
Tabla 191 Costos De Mantenimiento Vial Durante Periodo De 10 años	242
Tabla 192 Resumen Presupuesto De Construcción Vial	242

Tabla 193 Alternativas De Criterio Del Van.....	243
Tabla 194 Cálculo Del Valor Actual Neto (V.A.N)	244
Tabla 195 Alternativas De Criterio Del TIR	245
Tabla 196 Cálculo De La Tasa Interna De Retorno (T.I.R).....	245
Tabla 197 Alternativas De Criterio Beneficio / Costo.....	246
Tabla 198 Cálculo Del Beneficio Costo (B/C).....	247
Tabla 199 Presupuesto Vía Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador	249
Tabla 200 Costos Indirectos Del Proyecto.....	251
Tabla 201 Fórmula Polinómica Vía Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador ..	253

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Información Digital Del Terreno	10
Gráfico 2 Ubicación Puntos De Posicionamiento GPS	12
Gráfico 3 Ubicación De Las Estaciones De Conteo	15
Gráfico 4 Distribución De Tráfico Existente	19
Gráfico 5 Rutas Existentes En El Sector Del Proyecto	24
Gráfico 6 Estadísticas Vehiculares Provincia De Esmeraldas	26
Gráfico 7 Sección Típica Adoptada Para El Diseño.....	42
Gráfico 8 Detalle De Perfil Transversal En Corte Y Relleno	58
Gráfico 9 Diagrama De Curva De Masas Del Proyecto Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador	61
Gráfico 10 Mapa Geológico De La Zona De Estudio	64
Gráfico 11 Perfil Geológico A Lo Largo De La Línea A-A' (Eje De La Vía)	65
Gráfico 12 Mapa De Susceptibilidad A Inundaciones De La Parroquia De San Gregorio	65
Gráfico 13 Zonas Sísmicas A Del Ecuador.....	66
Gráfico 14 Mapa De Amenaza Volcánica	67
Gráfico 15 Perfil Estratigráfico De Clasificación De Suelos AASHTO	76
Gráfico 16 Perfil Estratigráfico De Clasificación De Suelos SUCS	77
Gráfico 17 Ubicación De Ensayos Triaxiales	79
Gráfico 18 Ubicación Minas Estudiadas.....	82
Gráfico 19 Curva Granulométrica De La Sub-Base	84
Gráfico 20 Valores Cbr Obtenidos Para La Sub -Base.....	84
Gráfico 21 Curva Granulométrica De La Base	86
Gráfico 22 Valores CBR Obtenidos Para La Base	86
Gráfico 23 Modelo Digital Del Terreno De La Mina De San Mateo	89
Gráfico 24 Características Topográficas De La Mina	89
Gráfico 25 Modelo Digital Del Volumen De Extracción Mina San Mateo.....	90
Gráfico 26 Volúmenes Obtenidos De La Modelación.....	90
Gráfico 27 Determinación CBR Diseño Al 80%	98
Gráfico 28 Número Estructural Requerido Para 10 Años.....	99
Gráfico 29 Número Estructural Requerido Para 20 Años.....	99
Gráfico 30 Número Estructural Del Mejoramiento Para 10 Años	102
Gráfico 31 Número Estructural Del Mejoramiento Para 20 Años	102
Gráfico 32 Número Estructural De La Sub-Base Para 10 Años	105
Gráfico 33 Número Estructural De La Sub-Base Para 20 Años	105
Gráfico 34 Número Estructural De La Base Para 10 Años.....	108
Gráfico 35 Número Estructural De La Base Para 20 Años.....	108
Gráfico 36 Detalle De Capas Estructurales Para 10 Años	110
Gráfico 37 Detalle De Capas Estructurales Para 20 Años	111
Gráfico 38 Espesor De Pavimento Seleccionado	113
Gráfico 39 Sección Típica Para La Vía Boca Del Sucio-Las Delicias-San Salvador ...	113
Gráfico 40 Tipos De Suelo En Contacto Directo Con A Vía En Estudio.....	121
Gráfico 41 Usos De Suelo En Contacto Directo Con A Vía En Estudio.....	122
Gráfico 42 Red Hidrográfica Del Proyecto.....	123
Gráfico 43 Zonificación Del Área De Estudio	124
Gráfico 44 Temperatura Del Aire Mensual – Estación Muisne	128
Gráfico 45 Humedad Relativa Mensual – Estación Muisne	129
Gráfico 46 Heliofanía Efectiva Mensual – Estación Quinindé	130

Gráfico 47 Velocidad Del Viento 13h00 – Estación Muisne.....	131
Gráfico 48 Evaporación Medía Mensual – Estación Quinindé.....	132
Gráfico 49 Evapotranspiración Potencial	133
Gráfico 50 Precipitación Anual (mm) – Estación Muisne	135
Gráfico 51 Precipitación Medía Mensual - Estación Muisne	136
Gráfico 52 Balance Hídrico Precipitación Vs Etp.....	138
Gráfico 53 Cuencas Hidrográficas A Lo Largo Del Proyecto Del Proyecto	143
Gráfico 54 Curvas IDF Periodo De 25 – 50 Años.....	146
Gráfico 55 Sección De Cuneta	156
Gráfico 56 Borde Libre Mínimo.....	159
Gráfico 57 Descargas Laterales.....	164
Gráfico 58 Sección Típica Subdrenes Longitudinales.....	166
Gráfico 59 Punto Aplicación Al Volcamiento	168
Gráfico 60 Brazos De Palanca (bi) Para Cada Fuerza Actuante	171
Gráfico 61 Zona De Influencia Directa E Indirecta De La Zona De Estudio	200
Gráfico 62 Pendientes De La Zona De Estudio.....	202
Gráfico 63 Red Hidrográfica Del Proyecto.....	204
Gráfico 64 Geología De La Zona De Influencia	205
Gráfico 65 Nivel De Educación De La Zona De Influencia Del Proyecto	207
Gráfico 66 Cobertura Vegetal De La Zona De Influencia Del Estudio.....	209
Gráfico 67 Uso Actual Del Suelo De La Zona De Influencia Del Estudio	210
Gráfico 68 Dasypus novemcinctus -Fauna Del Sector	211
Gráfico 69 Falsa Coral -Fauna Del Sector	211

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación General Del Proyecto	5
Ilustración 2 Ubicación Parroquial Del Proyecto	5
Ilustración 3 Altura Antena	11
Ilustración 4 Elementos De Curva Circular	43
Ilustración 5 Transición Del Peralte En Curvas	44
Ilustración 6 Esquema De Un Vehículo Dentro De Una Curva	45
Ilustración 7 Elementos De Curva Espiral	47
Ilustración 8 Ábaco Para La Determinación Del Coeficiente Estructural Y Módulo Resiliente Para El Mejoramiento	101
Ilustración 9 Ábaco Para La Determinación Del Coeficiente Estructural Y Módulo Resiliente Para La Sub-Base	104
Ilustración 10 Ábaco Para La Determinación Del Coeficiente Estructural Y Módulo Resiliente Para La Base	107
Ilustración 11 Capacidad Hidráulica De Cunetas Y Canales	152
Ilustración 12 Muro De Cabecera Tipo T2 Muro De Ala	162
Ilustración 13 Muro De Cabecero Tipo T1 Cajón	163
Ilustración 14 Muro De Cabecero Tipo T3 Muro De Ala	163
Ilustración 15 Muro De Cabecero Tipo T5 Aporte Lateral	163
Ilustración 16 Muro De Cabecero Tipo T8 Tubería De PVC	164
Ilustración 17 Señalización Preventiva	177
Ilustración 18 Señalización Reglamentaria	178
Ilustración 19 Señalización Informativa	179
Ilustración 20 Ubicación General De Los Delineadores De Curva	180
Ilustración 21 Delineadores De Curva	182
Ilustración 22 Detalle De Poste Para Colocación De Señalización	184
Ilustración 23 Ubicación De La Señalización Vertical	184
Ilustración 24 Orientación De Las Señales Verticales	185
Ilustración 25 Detalle Anclaje De Señalización Vertical	185
Ilustración 26 Tacha Amarilla Bidireccional	189
Ilustración 27 Detalle De Señalización Horizontal	189

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Inicio Absc. 0+000 De La Vía De Estudio.....	4
Fotografía 2. Levantamiento Topográfico De La Vía	8
Fotografía 3 Levantamiento Topográfico De La Vía	9
Fotografía 4 Levantamiento Topográfico De La Vía	9
Fotografía 5 Levantamiento Topográfico De La Vía	9

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Puntos Levantamiento Topográfico.	
Anexo N° 2: Faja Topográfica De La Vía.	
Anexo N° 3: Conteos Manuales Clasificados De La Vía	
Anexo N° 4: Conteos Automáticos Vía Las Juanitas.	
Anexo N° 5: Planos De Diseño Vía Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador	
Anexo N° 6: Secciones Transversales De La Vía.	
Anexo N° 7: Obtención De Volúmenes De Corte Y Relleno	
Anexo N° 8: Ensayos De Laboratorio CBR-DCP	
Anexo N°9: Ensayos De Laboratorio Triaxiales.	
Anexo N°10: Ensayos De Laboratorio Fuente De Materiales.	
Anexo N°11: Ensayos De Laboratorio De Sulfatos Base Y Sub-Base.	
Anexo N°12: Datos Estadísticos Estaciones Climatológicas - Meteorológicas.	
Anexo N°13: Plano De Cuencas Hidrográficas.	
Anexo N°14: Zonificación De Intensidades De La Demarcación Del Esmeraldas E Intensidades Máximas En 24 Horas Para Tr = 25 Y 50 Años.	
Anexo N°15: Tabla De Coeficientes De Escorrentía.	
Anexo N°16: Propuesta De Intervención Para El Drenaje Superficial Transversal.	
Anexo N°17: Planos De Drenaje Vial.	
Anexo N°18: Planos De Señalización.	
Anexo N°19: Análisis Precios Unitarios - Costos Mantenimiento Vial	
Anexo N°20: Análisis De Precios Unitarios – Presupuesto De Construcción Vial	
Anexo N°21: Cronograma Valorado De Ejecución	
Anexo N°22: Especificaciones Técnicas Del Proyecto	

RESUMEN

El desarrollo del presente proyecto con una longitud de 19.4 km contiene todos los estudios necesarios para que las comunidades de La Boca del Sucio – Las Delicias y San Salvador cuenten con una vía de acceso en óptimas condiciones de serviciabilidad, permitiendo una mejora tanto en la economía como en la calidad de vida de estos sectores.

Para cumplir los objetivos mencionados se han realizado varios trabajos tanto de campo de laboratorio y gabinete así como son: el levantamiento topográfico basado en la colocación de puntos de control GPS enlazados a placas del I.G.M, conteos de tráfico y toma de muestra para ensayos DCP Y CBR utilizados para la determinación de las cargas vehiculares y diseño de la estructura de pavimento; además cuenta con un estudio de señalización y drenaje vial, el cual nos permitió establecer las estructuras necesarias para evitar accidentes y la acumulación de agua en la vía.

Se realizó una evaluación ambiental, permitiendo establecer los principales objetos de daño y sus respectivas soluciones a establecerse durante la construcción de la vía; y por último se obtuvo la viabilidad que tendrá la vía una vez ejecutada, mediante indicadores de rentabilidad social como son el VAN y el TIR.

ABSTRACT

The development of the present project with a length of 19.4 km contains all the necessary studies so that the communities of La Boca del Sucio - Las Delicias - San Salvador have an access road in optimal conditions and serviceability, allowing an improvement in the economy as in the quality of life of these sectors.

To accomplish the aforementioned objectives, several laboratory and cabinet field works have been carried out, such as: the topographic survey based on the placement of GPS control points linked to IGM plates, traffic counts and sample taking for DCP and tests. CBR used for the determination of the vehicular loads and design of the pavement structure; It also has a road signaling and drainage study, which allowed us to establish the necessary structures to avoid accidents and the accumulation of water on the road.

An environmental evaluation was carried out, allowing to establish the main damage objects and their respective solutions to be established during the construction of the road; and finally, the roads that the road will have once it was executed were obtained through indicators of social profitability such as the VAN and the TIR.

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto surge bajo las necesidades que tienen los poblados de la Boca del Sucio – Las delicias – San salvador de contar con una red vial lo suficientemente apta para elevar el nivel vida de las personas y mejorar la productividad existente en los sectores por el cual atraviesa la vía.

La elaboración de este proyecto directamente permitirá un ahorro en el costo de operación de los vehículos y del tiempo de viaje de los usuarios, fomentará la comunicación efectiva entre las ciudades aledañas y los centros de los poblados, además, permitirá el normal flujo vehicular que beneficia al turismo regional. Indirectamente integrará el sector social al desarrollo cantonal, como resultado de una mayor fluidez a la circulación del transporte pesado y liviano.

Para realizar este proyecto se contará con información básica del terreno y estructura social, donde se implantará el estudio de diseño vial para la construcción futura de la vía, indicando las características reales actuales del área de trabajo; permitiendo así que los diseños finales se acoplen de mejor manera de acuerdo a las necesidades existentes y a las actividades productivas que se ejecutan dentro del área de interés para proveer soluciones adecuadas al sitio de estudio.

CAPITULO I

1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Este proyecto parte de la necesidad que tienen los habitantes de las comunidades de la Boca del Sucio – Las delicias – San Salvador de contar con una vía que sirva de comunicación entre recintos. Actualmente esta vía se encuentra a nivel de subrasante que sumado a la presencia de la lluvia y al no contar con un adecuado drenaje genera múltiples baches ocasionando que los vehículos no tengan un fácil acceso hacia el sector, además de acelerar el deterioro de los mismos, demoras en las actividades económicas, problemas de salud y dificultad en la movilidad de los habitantes lo que aumenta los tiempos de traslado en sus actividades diarias, tanto a niños como a adultos.

La elaboración de este proyecto directamente permitirá un ahorro en el costo de operación de los vehículos y del tiempo de viaje de los usuarios, fomentará la comunicación efectiva entre las ciudades aledañas y los centros de los poblados, además, permitirá el normal flujo vehicular que beneficia al turismo regional. Indirectamente integrará el sector social al desarrollo cantonal, como resultado de una mayor fluidez a la circulación del transporte pesado y liviano.

Es por ello que el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Esmeraldas (GADPE) con el objeto de solucionar estos problemas procede a solicitar a través de los servicios de consultoría a Servicio Técnico e Ingeniería (S.T.I), realizar los Estudios de Ingeniería Definitivos para el Camino Vecinal: Boca del Sucio - Las Delicias - San Salvador ubicado en la Parroquia San Gregorio, del Cantón Muisne, de la Provincia de Esmeraldas.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Determinar la viabilidad Técnica - Económica a nivel de diseño definitivo del Camino Vecinal: Boca del Sucio - Las Delicias - San Salvador

1.2.2 Específico

- Realizar el estudio topográfico de la zona de influencia.
- Realizar el análisis de tráfico de la vía.
- Realizar el diseño estructural de Pavimento Flexible
- Elaborar el diseño hidráulico de las obras de arte.
- Realizar la Evaluación de Impactos Ambientales respectiva, conforme lo estipulado en la normativa ambiental vigente.
- Elaborar el análisis Técnico – Económico

1.3 Datos Del Proyecto

Este Proyecto se desarrolla en la Parroquia de San Gregorio ubicada en el cantón Muisne, Provincia de Esmeraldas la cual se extiende por 448,47 km², donde existen los recintos de la Boca del Sucio - Las Delicias - San Salvador, interconectados entre sí a través de una vía, cuyas condiciones no son las más adecuadas para el desplazamiento seguro de los vehículos, por lo que este proyecto permitirá elevar el nivel de servicio vehicular, aumentando la seguridad operacional, reduciendo accidentes y mejorando la red vial existente; de esta manera, decrecerá la incidencia de los costos de: transporte, producción, operación y mantenimiento vehicular, en definitiva; se generará el mejoramiento del nivel de vida de la población afectada directa e indirectamente por el proyecto. La zona de influencia directa del proyecto para los estudios de ingeniería del camino, fue determinada geográficamente

aplicando un área de amortiguamiento de 300 m, a cada extremo del eje de la vía en estudio. El área total de esta zona de influencia es de 4.345,17 hectáreas (ha).

La Parroquia San Gregorio, tienen un total de 5915 pobladores respectivamente, de las cuales se benefician directamente con la construcción de estas vías, unas 2000 personas, e indirectamente más de 3000 ya que transitarán por esta vía por diferentes actividades, permitiendo facilitar la comercialización de productos. (INEC, 2010)

Tabla 1. Población Beneficiada

Nombre De Provincia	Nombre De Cantón	Nombre De Parroquia	Población	Superficie De La Parroquia (Km ²)	Densidad Poblacional (Habitante/Km ²)
Esmeraldas	Muisne	San Gregorio	5915	447.8067	13.2088
Población Total a beneficiarse			5915		

Fuente: INEC, Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos, 2010

Para realizar este proyecto se contará con información básica del terreno y estructura social, donde se implantará el estudio de diseño vial para la construcción futura de la vía, indicando las características reales actuales del área de trabajo, por lo que, al disponer de este tipo de información facilitará en gran medida la toma de decisiones. Permitiendo así que los diseños finales se acoplen de mejor manera, de acuerdo, a las necesidades existentes y a las actividades productivas que se ejecutan dentro del área de interés para proveer soluciones adecuadas al sitio de estudio.

1.4 Ubicación Del Proyecto

El proyecto se localiza hacia el sur-occidente de la ciudad de Esmeraldas, parroquia San Gregorio, Cantón Muisne, en la Provincia de Esmeraldas, vía que conecta a los recintos de Boca del Sucio – Las Delicias – San Salvador. Entre las siguientes coordenadas:

Tabla 2. Coordenadas Ubicación Del Proyecto

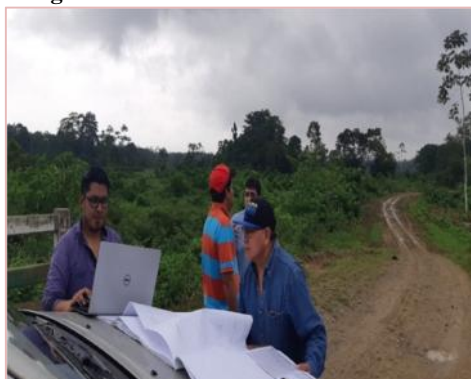
SITIO	COORDENADAS UTM		COTA
	N (M)	E (m)	M.S.N.M
INICIO SECTOR BOCA DEL SUCIO (0+000.00)	10'060.617,99	618 561.14	6.80
FIN SECTOR SAN SALVADOR (19+140,384)	10'053.958,58	626 263.80	24.8

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Para llegar al sitio de estudio se partirá, en dirección este, desde la ciudad de Muisne hacia el centro del poblado de San José de Bilsa. Posteriormente se tomará en dirección sur hacia el poblado de Yarumal (recorrido aproximado de 11 km), hasta llegar al centro del poblado de la Boca del Sucio.

A partir de este punto se tomará por la primera entrada a la izquierda y se avanzará una distancia de 9,1 km, encontrando el puente existente del poblado de la Boca Del Sucio; y donde estará ubicada la abscisa 0+000 del proyecto.

Fotografía 1 Inicio Absc. 0+000 De La Vía De Estudio



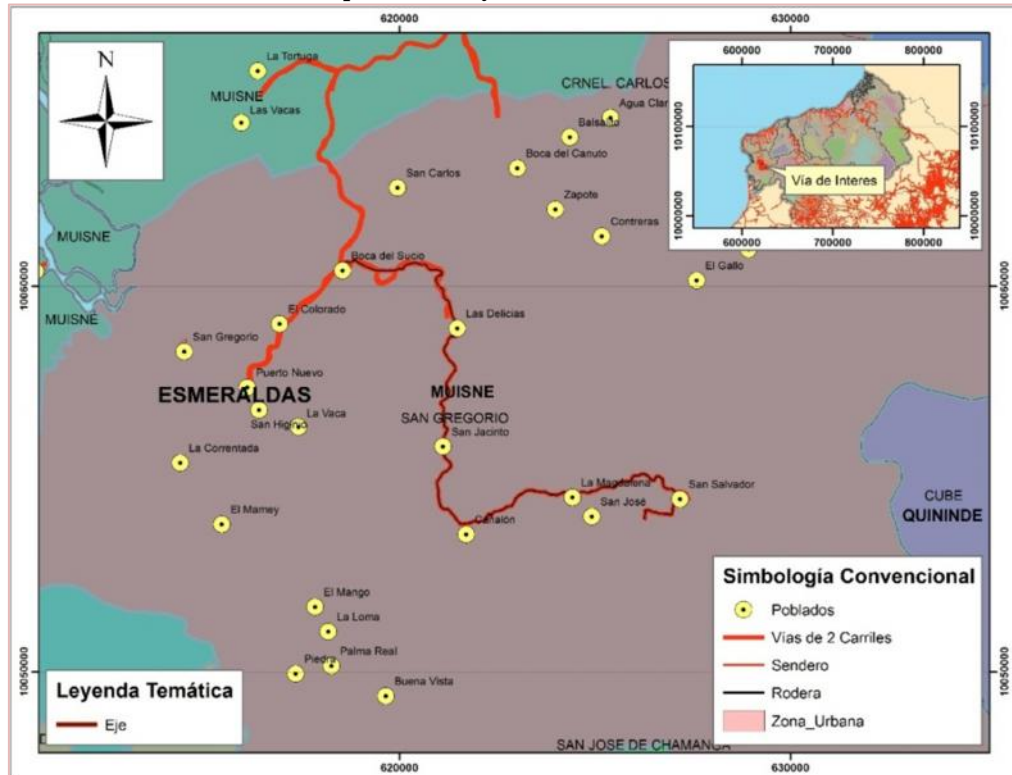
Fuente: Diego Sarabia, 2018

Ilustración 1 Ubicación General Del Proyecto



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado De Esmeraldas, 2018

Ilustración 2 Ubicación Parroquial Del Proyecto



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado De Esmeraldas, 2018

1.5 Estado Actual De La Vía De Estudio

La vía actual se presenta a nivel de subrasante, en donde se evidencia que el agua es el agente de mayor importancia que se tomará en cuenta para la elaboración de este proyecto, además otros factores a consideración como: los radios de curvatura menores a 10m, velocidad de circulación menores de 15 km/h, pendientes naturales mayores al 15% en las abscisas 14+306 – 17+587 y la falta de señalización. Que son los factores principales para una movilidad complicada, ya que no se ajustan a la normativa actual vigente establecida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

CAPITULO II

2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.1 Reconocimiento De Campo

Se inician los trabajos con un reconocimiento de campo, con el fin de determinar la ubicación de los sitios para la colocación de los hitos de los puntos Global System Position (GPS) en el sistema de Geo referencia DATUM UTM WGS-84 ZONA 17S, encontrando los lugares específicos en donde se debían obtener los puntos de detalle para la topografía.

Se reconoce el lugar de la ubicación del GPS base (PLACA IGM - DAULE cuyas coordenadas son N= 10046963.480 E=610087.652 Z= 27.698 DATUM UTM WGS84 ZONA 17S). Para que sea tomado como punto inicial de las mediciones enlazadas a satélites y los puntos que van a servir como rovers nombrados como GPS-1 hasta GPS-10. Durante este recorrido se han usado dos GPS de Navegación de precisión métrica, marca Garmin modelos *Etrex 20* y *Colorado 400*, con lo cual se determinaron los valores de ruta y puntos con coordenadas de los GPS, en orden métrico; para definir el lugar en donde se deberá enlazar la topografía de detalle.

2.2 Trabajos De Campo

La topografía realizada cuenta con un arranque sobre la base de 10 puntos GPS establecidos mediante enlaces de antenas diferenciales de doble frecuencia en coordenadas (norte y este) y nivelación entre hitos para la cota, los que fueron medidos, y sus valores de coordenadas obtenidos en función del enlace con un hito del Instituto Geográfico Militar y su posterior proceso de cálculo.

Con la información de los 10 puntos GPS, se procede a realizar una poligonal abierta, que ha sido ejecutada con una estación total y prismas reflectivos, colocados sobre bases nivelantes en trípodes para la reducción del error de lectura por operación. Estos se han referido a la información de coordenadas de partida y llegada en los puntos GPS en norte, este y cota, obteniendo un polígono previo al levantamiento ajustado.

Con esta información ajustada y por medio del método de levantamiento taquimétrico de perfiles transversales, se van obteniendo los puntos de detalle con una ancho de 50m desde el eje de la vía hacia cada uno de los lados correspondientes; los puntos levantados constan de numeración progresiva, con los valores de coordenadas en este, norte, cota y descripción puntual reflejando todos los detalles de los accidentes geográficos y mobiliario. El proceso de topografía se lo realizo con el uso de dos estaciones totales marca *Sokkia* de 5 segundos de precisión, mediante la toma de información relevante del sitio, con sus accidentes geográficos mediante el método de poligonal abierta y levantamiento taquimétrico con una malla de puntos radiales separados al menos 20 metros y con menor distancia en los sitios de detalles tales como vías, postes, estructuras, canales, cunetas casas, etc.

Fotografía 2. Levantamiento Topográfico De La Vía



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Fotografía 3 Levantamiento Topográfico De La Vía



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Fotografía 4 Levantamiento Topográfico De La Vía



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Fotografía 5 Levantamiento Topográfico De La Vía

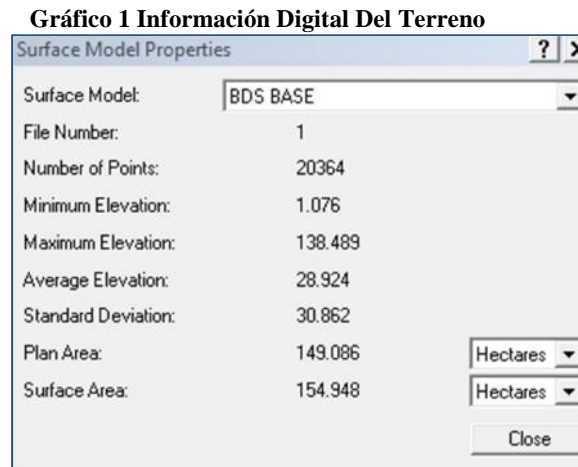


Fuente: Diego Sarabia, 2018

2.3 Trabajos de Gabinete

Una vez realizado el respectivo levantamiento se procedió a descargar los respectivos archivos de puntos de formato *.sdr (*Sokkia Data Row*) generado por la estación total, que en base a post proceso por medio del software *Sokkia Link*, fueron transformados en archivos de lectura de puntos para topografía y procesados en el software *CIVIL CAD 3D VERSIÓN 2013*, permitiendo generar dibujos bajo plataforma con base *AutoCAD* y modelos tridimensionales con curvas de nivel cada 1.00 metros, recolectándose un total de 20364 puntos de detalle taquimétricos, cada uno con coordenadas norte, este, cota y su respectiva descripción. **ANEXO N° 1:**

Puntos Levantamiento Topográfico.



Fuente: AutoCAD Civil 3D V13, 2018

2.4 Equipo Topográfico Utilizado

Se utilizaron dos estaciones totales marca *Sokkia* modelo *cx-105* de precisión 5 segundos y antenas GPS doble frecuencia bajo método estático; a continuación se muestra la información de cada uno de los equipos utilizados.

Ilustración 3 Altura Antena

Tabla 3 Información Equipo GPS

RECEPTOR		STATIC
TIPO DE RECEPTOR	LEICA 1200	HORIZONTAL
NUMERO DE SERIE	4541260349	5mm + 0.5ppm
SISTEMA SATELITAL	BASE IGM	VERTICAL
FECHA DE INSTALACIÓN	25-mar-18	10mm + 0.5ppm

Fuente: Cotecmi, Compañía Técnica Miranda, 2018



Tabla 4 Información Equipo Antena GPS

DESCRIPCIÓN ANTENA	
MODELO ANTENA	ZEPHYR GEODETIC
NOMBRE RINEX	LC 41248.00 NONE
NUMERO DE SERIE	60035111
SISTEMA SATLITAL	GPS1-GPS10
ALTURA ANTENA	1.184
DETALLE DE ALTURA	Distancia Vertical Desde El Topo Del Dispositivo Hasta El Arp (Antena Reference Point)

Fuente: Cotecmi, Compañía Técnica Miranda, 2018

Tabla 5 Información Equipo Estación Total

ESTACION TOTAL CX - 105			
CATEGORIA :	Estación Total	PLOMADA ÓPTICA	Opcional.
MARCA :	Sokkia Cx-105	PLOMADA LASER	Sí.
PRECISIÓN :	5"	PESO INCLUIDO LA BATERÍA	5,6kg (12,3 libras)
MEDICIÓN PRISMA :	4,000 m.	PROTECCIÓN	IP66 (IEC 60529:2001)
MEDICIÓN LASER :	500 m.	RANGO DE TEMPERATURA	-20° a +50°C (de -4° a +122°F)
MEMORIA INTERNA :	10,000 Pts.	DISTANCIA MIN DE ENFOQUE	1.3 mm
AUMENTO DE LENTE :	30 X	ALMACENAMIENTO	10,000 pts.
DÍAMETRO DEL OBJETIVO	45 Mm	MEDICIÓN DE ÁNGULOS	36 horas parox.
CAMPO VISUAL	1°30' (26m/1,000m)	TIPO DE BATERÍA	Batería Recargable Li-io

Fuente: Cotecmi, Compañía Técnica Miranda, 2018

2.5 Puntos De Posicionamiento GPS

En la siguiente tabla se indica los puntos GPS procesados, los mismos que constan con sus respectivos valores en coordenadas este, norte, cota.

Tabla 6 Resumen De Puntos GPS (Sistema De Posicionamiento Geográfico)

GPS	Norte (m)	Este (m)	Cota Elipsoidal (m.s.n.m)	Ondulación (m)	Cota orto métrica (m.s.n.m)
1	10060630.64	618474.836	22.989	14.406	8.583
2	10060613.45	618534.341	22.669	14.411	8.258
3	10059136.22	621387.709	23.569	14.658	8.911
4	10059052.47	621454.563	23.751	14.665	9.086
5	10054948.28	620954.463	29.542	14.728	14.814
6	10055009.02	620951.907	29.515	14.726	14.789
7	10054704.9	624947.358	68.713	15.051	53.662
8	10054699.49	625023.645	70.702	15.057	55.645
9	10053890.77	626291.808	39.664	15.182	24.482
10	10053901.19	626198.697	39.046	15.174	23.872

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 2 Ubicación Puntos De Posicionamiento GPS



Fuente: Google Earth, 2018

2.6 Planimetría Y Altimetría

Acorde a la información obtenida, el proyecto se desarrolla con una faja topográfica escala 1/1000, del tipo plana a montañosa con pendientes de terreno natural de 0-5 % en las abscisas 0+000 a 14+306 y 17+587 a 19+140.384, permitiendo alineamientos

más o menos rectos en la gran mayoría de su trazado, a excepción del tramo comprendido entre las abscisas 14+306 a 17+587, con pendientes naturales que varían de 5.00 a 15.00 por ciento de inclinación.

El modelo tridimensional fue realizado mediante el programa *CIVIL CAD 3D 2013* con curvas de nivel secundarias cada 1.00 metros y curvas de nivel principales cada 5.00 metros, obteniendo una cota máxima de 138.489 m.s.n.m y una cota mínima de 1.076 m.s.n.m. **ANEXO N° 2: Faja Topográfica De La Vía.**

CAPITULO III

3 ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1 Introducción

En este capítulo se llegará a determinar las condiciones de uso que tendrá la vía una vez terminada su construcción basándose en: la estimación de la población, la determinación de la tasa de crecimiento automotriz. Obteniéndose un tráfico posible y finalmente realizar una proyección de crecimiento, considerando que no solo será usada como paso para los vehículos normales sino que también deberán incluir un contingente de transporte pesado de forma constante.

3.2 Alcance Del Estudio

En el presente estudio se procedió con la recopilación de datos mediante conteos manuales durante 7 días/ 12 horas con la finalidad de:

- Analizar la información para llegar a determinar la cantidad y tipos de vehículos que circulan por esta vía para posteriormente ser proyectados para un periodo de 10 y otro de 20 años, obteniendo una valor de TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual), y mediante la normas vigentes del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) conocer las características geométricas y número de carriles de la vía en estudio.
- Conocer la carga vehicular existente para determinar el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas ESALS'S ("Equivalent Simple Axial Load".) y el espectro de carga que tendrá la vía de acuerdo a la magnitud del tránsito existente.

3.3 Conteos De Tránsito

Los conteos de tránsito con clasificación vehicular son los estudios que nos permiten obtener la información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vía. (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, 2013)

3.3.1 Estaciones De Conteo

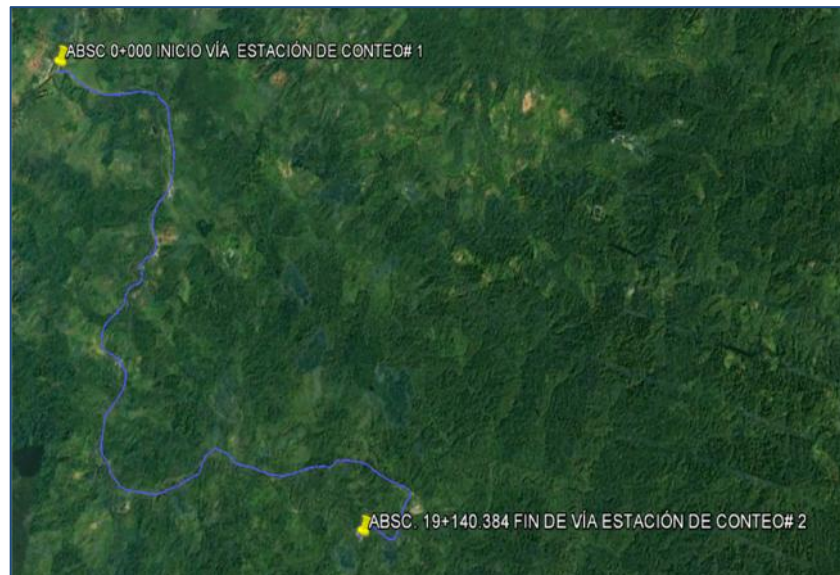
Los conteos manuales se llevaron a cabo en un período de 12 horas diarias (6:00 a 18:00), cuya localización se establecieron en el inicio de la vía (absc. 0+000) y en el fin de la vía (absc. 19+140.384)

Tabla 7 Estaciones De Conteo Manual

ESTACIÓN	FECHA	
	INICIO	FIN
INICIO SECTOR BOCA DEL SUCIO (0+000.00)	16/04/2018	22/04/2018
FIN SECTOR DE SAN SALVADOR (19+140,384)	16/04/2018	22/04/2018

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 3 Ubicación De Las Estaciones De Conteo



Fuente: Google Earth, 2018

METODOLOGÍA

- **TRABAJOS EN CAMPO:** Estos conteos se realizaron en dos puntos de la vía absc. 0+000 y absc. 19+140.384 durante 5 días laborables y dos fines de semana de 6:00 a 18:00 (12 horas diarias), en donde se diseñaron formularios específicos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 8 Formulario Para El Conteo Manual Clasificado

		Estudios de Ingeniería Definitivos, Impactos Ambientales, Plan de Mantenimiento, Señalización y Seguridad Vial para el Camino Vecinal: Boca del Sucto - Las Delicias - San Salvador ubicado en la Parroquia San Gregorio, del Cantón Muisne, de la Provincia de Esmeraldas.									
CLIMA DIA:		VIA BOCA DEL SUCTO				HORA: DE:					
CLIMA TARDE:		SENTIDO:				AUTOR/DOC:					
CICLO											
INICIA	TERMINA	MOTOS	AUTOS 2/3P CAMIONETA	BUS INTERMEDIOS	BUSITA 3/5	VOLQUETAS VEH	CAMION 2D	CAMION 2B	CAMION 3A	CAMION 4C	
6:00	7:00										
7:00	8:00										

Fuente: Diego Sarabia, 2018











Para llevar a cabo los conteos manuales clasificados se utilizó personal cercano a la localidad quienes fueron instruidos para la realización de las tareas encomendadas.

ANEXO N° 3: Conteos Manuales Clasificados De La Vía

El equipo utilizado fue el siguiente: un supervisor de trabajos, un vehículo adecuado para el transporte de personal con chofer, una persona para conteo vehicular por estación, equipo de seguridad (conos, rótulos y chalecos) y material para realizar los conteos (tableros, formularios, esferos, etc.).

- **TRABAJOS DE GABINETE:** Se precedió a clasificar a los vehículos acorde a lo observado durante la toma de datos, y mediante las características de cada uno de ellos se llegó a determinar que existen los siguientes tipos de vehículos: Vehículos CAMIÓNs tipo 2D, Buses y camiones tipo 2A, Camiones tipo 2DB, Volquetas tipo V2DB y Camiones tipo 3A

Tabla 9 Clasificación Vehicular

CUADRO DEMOSTRATIVO DE TIPO DE VEHÍCULO MOTORIZADO - REMOLQUE Y SEMIREMOLQUE							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS			
				LARGO	ANCHO	ALTO	
2D			CAMIÓN DOS EJES PEQUEÑO	7 T	5.00	2.60	3.00
2DA			CAMIÓN DOS EJES MEDIANO	10 T	7.50	2.60	3.50
2DB			CAMIÓN DOS EJES GRANDE	18 T	12.60	2.60	4.10
V2DB			VOLQUETA 2 EJES	18 T	12.60	2.60	4.10
3A			CAMIÓN 3 EJES	27 T	12.20	2.60	4.10

Fuente: Tabla Nacional De Pesos Y Dimensiones, 2012

Con la clasificación realizada anteriormente y con los conteos obtenidos en campo se procedió a digitalizar la información obteniendo los resultados de los conteos correspondientes a las estaciones #1y #2, realizados a detalle en los dos sentidos de circulación en cada punto, registrando con precisión el tipo de vehículo en circulación; cuyos datos se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 10 Resumen De Conteo - Estación #1

Tipo vehículo	Conteo vehicular Estación #1						
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7
Motos	31	35	29	40	28	30	27
Camión 2D	27	25	22	27	17	21	16
Bus Intermedio 2DA	1	1	1	1	1	1	1
Buseta 2DB	0	0	0	0	0	0	0
Volqueta V2DB	0	0	0	0	0	0	0
Camión3A	1	0	0	0	1	0	0
Camión2DA	0	1	1	0	0	0	0

Fuente: Trabajos De Campo – Conteo Tráfico absc 0+00 Sector Boca Del Sucio, 2018

Tabla 11 Resumen De Conteo - Estación #2

Tipo vehículo	Conteo vehicular Estación #2						
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7
Motos	44	59	50	43	24	43	47
Camión 2D	38	36	41	41	36	31	21
Bus Intermedio 2DA	0	0	0	0	0	0	0
Buseta 2DB	1	1	1	1	1	1	1
Volqueta V2DB	0	3	0	0	0	0	0
Camión3A	5	7	10	9	4	2	4
Camión2DA	1	2	0	1	0	1	2

Fuente: Trabajos De Campo – Conteo Tráfico absc 19+140 Sector San Salvador, 2018

3.4 Características Existentes

3.4.1 Tasa De Crecimiento Vehicular

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en un estudio realizado por Caminosca en enero del año 2017 se logró determinar la variación de esta tasa acorde a cada tipo de vehículo para toda la Provincia de Esmeraldas; y de esta manera poder analizar y acoger un valor de crecimiento para los respectivos cálculos.

Tabla 12 Tasa De Crecimiento Vehicular

PERÍODO	TIPO DE VEHÍCULO		
	CAMIÓN- MOTOS	BUS	CAMIÓN
2018-2022	3.66	2.11	1.97
2022-2028	3.19	1.90	1.78
2028-2038	2.81	1.73	1.61

Fuente: Estudio De La Carretera Quinindé – Esmeraldas, Caminosca Enero, 2017

3.4.2 Tráfico Existente

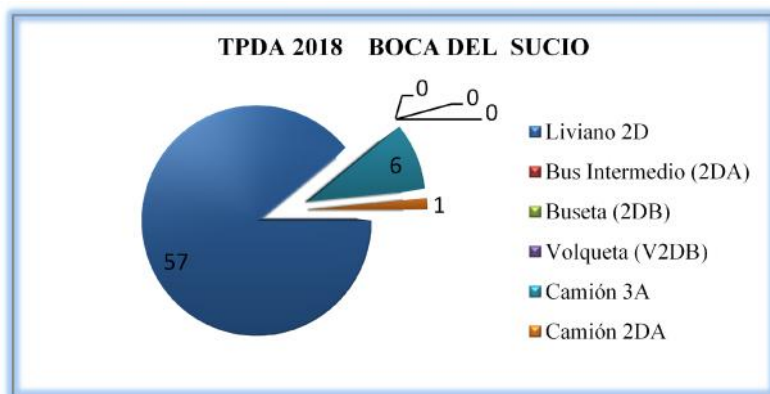
Se denomina tráfico existente aquel que en la actualidad circula por la vía en estudio antes de proceder con su respectivo mejoramiento, y obtenido mediante el estudio de tráfico.

Tabla 13 Trafico Existente – Obtenido De Los Conteos Manuales

Tipo vehículo	Tráfico Existente							PROMEDIO	%
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7		
Motos	75	94	79	83	52	73	74	76	0.00
Camión 2D	65	61	63	68	53	52	37	57	89.06
Bus Intermedio 2DA	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Buseta 2DB	2	0	1	0	0	0	0	2	0.00
Volqueta V2DB	0	3	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión3A	6	7	10	9	5	2	4	6	9.38
Camión2DA	1		1	1	0	1	2	1	1.56
TPDA Existente								66 VEHÍCULOS	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 4 Distribución De Tráfico Existente



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Según el MTOP para el ajuste del tráfico promedio diario semanal (T.P.D.S) se utiliza la siguiente fórmula:

$$T.P.D.S = T.P.Do * fn \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

T. P. Do = Tráfico promedio diario observado

T.P.D.S = Tráfico promedio diario semanal

fn. = Factor de ajuste nocturno= 1.158

Para la determinación del factor noche se tomaron los datos de una estación automática realizada para la vía LAS JUANITAS ubicado en el cantón Quinindé de la Provincia de Esmeraldas, cuyas características son similares al proyecto en estudio. **ANEXO N° 4: Conteos Automáticos Vía Las Juanitas.** Para lo cual este factor fue calculado de la siguiente manera:

$$fn = \frac{\text{conteo automático 24 horas}}{\text{conteo manual 12 horas}}$$

$$fn = \frac{76 \text{ vehículos}}{66 \text{ vehículos}}$$

$$fn = 1.158$$

Para el tráfico promedio diario Mensual (T.P.D.M) se utilizó la ecuación establecida por MTOP:

$$T.P.D.M = T.P.D.S * fs$$

Ec. 2

Dónde:

T.P.D.M = Tráfico promedio diario mensual

T.P.D.S = Tráfico promedio diario semanal

fs = Factor de ajuste semanal = 1 por las características del tráfico

Tabla 14 Tráfico Promedio Diario Semanal - Mensual

Tipo Vehículo	Ajuste tráfico semanal							PROMEDIO	%
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7		
Motos	87	109	91	96	60	85	86	88	0.00
Camión 2D	75	71	73	79	61	60	43	66	89.19
Bus Intermedio 2DA	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Buseta 2DB	2	2	2	2	2	2	2	2	0.00
Volqueta V2DB	0	3	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión3A	7	8	12	10	6	2	5	7	9.46
Camión2DA	1	3	1	1	0	1	2	1	1.35
TPDA Ajuste Semanal- Mensual								76 VEHÍCULOS	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

El tráfico promedio diario Anual (T.P.D.A) se lo determinó a partir de la siguiente ecuación:

$$T.P.D.A = T.P.D.S * fm$$

Ec. 3

Dónde:

T.P.D.M = Tráfico promedio diario anual

T.P.D.S = Tráfico promedio diario mensual

fm. = Factor de ajuste mensual

El factor de ajuste mensual se lo obtuvo a través del consumo de combustible, para lo cual se obtuvo el promedio anual de gasolina del año 2016 de la provincia de Esmeraldas, y el mismo que se dividió para el consumo total del mes que se encuentra dentro de las fechas en que se realizaron los conteos manuales. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS, 2003, p. 23).

Tabla 15 Estadística De Consumo De Combustible “Provincia De Esmeraldas”

Mes	Extra	Súper	Diesel 2	Diesel Premium	# Días
Enero	2126684	468207	387715	1804996	31
Febrero	1911393	426909	422732	1614790	29
Marzo	1894513	376036	312756	1679974	31
Abril	1945490	387015	444111	1674201	30
Mayo	2006380	352479	368623	1682501	31
Junio	2003864	336618	492118	1701752	30
Julio	2141315	434479	548960	1831208	31
Agosto	2273651	506400	477870	1831021	31
Septiembre	2077551	361406	552452	1767631	30
Octubre	2208069	394578	497512	18593322	31
Noviembre	2064229	302668	439048	1734838	30
Diciembre	2259259	372717	430646	1702104	31

Fuente: Ministerio De Transporte Y Obras Públicas, 2016

Tabla 16 Determinación Del Factor De Ajuste Mensual

Mes	Promedio		Factores		FACTOR PROMEDIO
	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	
Enero	2594891	219711	0.952	0.998	0.975
Febrero	2338302	2037522	1.056	1.074	1.065
Marzo	2270549	1992730	1.088	1.098	1.093
Abril	2332505	2118312	1.059	1.033	1.046
Mayo	2358859	2051124	1.047	1.067	1.057
Junio	2340482	2193870	1.055	0.997	1.026
Julio	2575794	2380168	0.959	0.919	0.939
Agosto	2780051	2308891	0.888	0.948	0.918
Septiembre	2438957	2320083	1.012	0.943	0.9775
Octubre	2602647	2356844	0.949	0.928	0.9385
Noviembre	2366897	2173886	0.043	1.007	0.525
Diciembre	2631976	2132750	0.938	1.026	0.982
Total	2469326	2023824			

Fuente: Ministerio De Transporte Y Obras Públicas, 2016

Una vez determinado el factor de ajuste mensual de 1.046, se determinó el T.P.D.A (Tráfico Promedio Diario Anual), mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 17 Tráfico Promedio Diario Anual

Tipo Vehículo	Ajuste Tráfico Anual							PROMEDIO	%
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7		
Motos	91	114	96	101	63	88	90	92	0.00
Camión 2D	79	74	76	82	64	63	45	69	87.34
Bus Intermedio 2DA	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Tipo Vehículo	Ajuste Tráfico Anual							PROMEDIO	%
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7		
Buseta 2DB	2	2	2	2	2	2	2	2	1.25
Volqueta V2DB	0	4	0	0	0	0	0	1	1.25
Camión3A	7	8	12	11	6	2	5	7	8.86
Camión2DA	1	4	1	1	0	1	2	2	2.53
TPDA Ajuste Anual								81 VEHÍCULOS	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

3.4.3 Tráfico Proyectado

Se basa en una predicción de la cantidad de vehículos esperado para el periodo de diseño de la vía (10 y 20 años), mediante este cálculo se determinará la clasificación funcional de la vía que establece el Ministerio de Transportes y Obras Públicas. Utilizando la siguiente fórmula para la determinación del mismo: (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS, 2003, p. 20)

$$TPDA_{\text{Proyectado}} = TPDA * (1 + r)^T \quad \text{Ec. 4}$$

Dónde:

$TPDA_{\text{proyectado}}$ = Tráfico promedio diario anual futuro

$TPDA_{\text{final}}$ = Tráfico promedio diario

r = Tasa de crecimiento del tráfico

t = Número de años proyectados.

Tabla 18 Tráfico Proyectado Del Proyecto

AÑOS	Pro.	Camión 2D	Bus Intermedio (2DA)	Buseta (2DB)	Volqueta (V2DB)	Camión 3A	Camión 2DA	TOTAL vehículos
2018	0	69	0	1	1	7	2	80
2019	1	72	0	1	1	7	2	83
2020	2	74	0	1	1	7	2	86
2021	3	77	0	1	1	7	2	89
2022	4	80	0	1	1	8	2	92
2023	5	83	0	1	1	8	2	95
2024	6	83	0	1	1	8	2	96
2025	7	86	0	1	1	8	2	98
2026	8	89	0	1	1	8	2	101
2027	9	92	0	1	1	8	2	104
2028	10	94	0	1	1	8	2	108
2029	11	94	0	1	1	8	2	107
AÑOS	Pro.	Camión 2D	Bus Intermedio (2DA)	Buseta (2DB)	Volqueta (V2DB)	Camión 3A	Camión 2DA	TOTAL vehículos
2030	12	96	0	1	1	9	2	110
2031	13	99	0	1	1	9	2	113
2032	14	102	0	1	1	9	3	116
2033	15	105	0	1	1	9	3	119
2034	16	108	0	1	1	9	3	122
2035	17	111	0	1	1	9	3	125
2036	18	114	0	1	1	10	3	129
2037	19	117	0	1	1	10	3	132
2038	20	120	0	1	1	10	3	136

Fuente: Diego Sarabia, 2018

3.4.4 Tráfico Desviado (Td)




Este tráfico consiste en el aumento de la cantidad de vehículos que circularán por la vía, cuyo volumen es generado por la atracción de otra carretera una vez mejorada las condiciones actuales de la vía en estudio, ahorrando tiempo, distancias y costos. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS, 2003). En la ilustración 6 se puede observar una ruta secundaria que sirve tanto de ingreso como de salida hacia el sector a ser intervenido, la misma que presenta problemas en su trayecto debido a que cruza por el río del SUCIO el cual presenta un elevado caudal, impidiendo una fácil movilización por parte de vehículos.

Gráfico 5 Rutas Existentes En El Sector Del Proyecto



Fuente: Google Earth, 2018

Simbología:

-  Río del SUCIO
-  Vía secundaria de acceso al sector de LAS DELICIAS
-  Vía en estudio

Tomando en cuenta el problema existente en esta vía secundaria el tráfico desviado para el presente estudio es del 0%.

3.4.5 Tráfico Desarrollado (TD)

Este tráfico es producido por la incorporación de nuevas áreas explotación y por el incremento de la producción de las tierras dentro del área de influencia de la carretera. Este es un componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el periodo de estudio. Al no haberse realizado las encuestas origen-destino, las cuales no permitirían obtener el factor de expansión de tráfico por desarrollo; la Normativa AASHTO (American Association of State Highway and

Transportation Official) y MOP consideran un valor entre el (5-8) % del TPDA. En este caso se ha obtenido un promedio de los dos valores.

$$TD = TPDA * 6.5\%$$

Ec. 5

Tabla 19 Tráfico Por Desarrollo Del Proyecto

Años	TPDA	TD (6.5% TpdA)
2018	80	5
2019	83	5
2020	86	6
2021	89	6
2022	92	6
2024	96	6
2025	98	6
2026	101	7
2027	104	7
2028	108	7
2029	107	7
2030	110	7
2031	113	7
2032	116	8
2033	119	8
Años	TPDA	TD (6.5% TPDA)
2035	125	8
2036	129	8
2037	132	9
2038	136	9

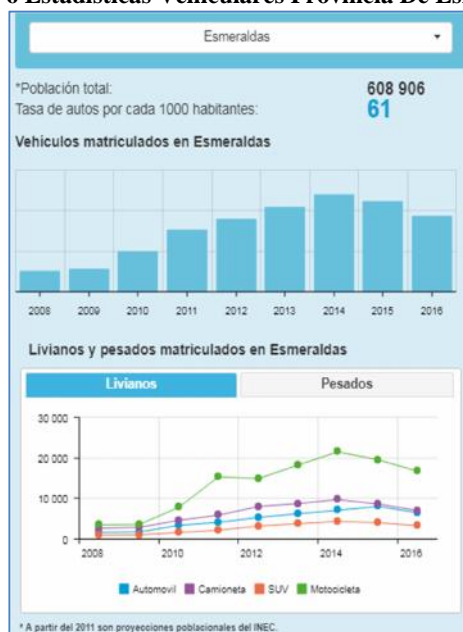
Fuente: Diego Sarabia, 2018

3.4.6 Tráfico Generado (TG)

El tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento de tráfico generado. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS, 2003)

El MTOP recomienda que como límite máximo de incremento por tráfico generado corresponda un 20 % del tráfico normal para el primer año de operación; siendo este valor muy alto para este estudio; por lo que el tráfico generado se obtendrá basándose en la existencia de la cantidad de vehículos por habitantes, siendo este valor de: (61vehiculos/1000habitantes). (INEC, 2010) (EL COMERCIO, 2018)

Gráfico 6 Estadísticas Vehiculares Provincia De Esmeraldas



Fuente: INEC Instituto Nacional De Estadística Y Censos 2010; El Comercio 2018

Por lo tanto el tráfico generado para este estudio será:

$$TG = TPDA * \left(\frac{61 \text{ vehículos}}{1000 \text{ habitantes}} \right) \times 100$$

Ec. 6

$$TG = TPDA * 6.1\%$$

Tabla 20 Tráfico Generado Del Proyecto

Años	TPDA	TG (6.1% TPDA)
2018	80	5
2019	83	5
2020	86	5
2021	89	5
2022	92	6
2023	95	6
2024	96	6
2025	98	6
2026	101	6
2027	104	6
2028	108	7
2029	107	7
2030	110	7
2031	113	7
2032	116	7
2033	119	7
2034	122	7
2035	125	8
2036	129	8
2037	132	8
2038	136	8

Fuente: Diego Sarabia, 2018

3.5 Proyección Del Tráfico

Considerando los parámetros calculados, en el siguiente cuadro se presenta el resumen de tráfico total para la vía Boca del Sucio – Las Delicias – San Salvador.

Tabla 21 Proyección Del Tráfico Para Diferentes Periodos

Años	TPDA	TD (6.5% TPDA)	TG (6.1% TPDA)	Td (0.0% TPDA)	TPDA (Total)
2018	80	5	5	0	90
2019	83	5	5	0	93
2020	86	6	5	0	96
2021	89	6	5	0	100
2022	92	6	6	0	103
2023	95	6	6	0	107
2024	96	6	6	0	108
2025	98	6	6	0	111
2026	101	7	6	0	114
2028	108	7	7	0	121
2029	107	7	7	0	120
2030	110	7	7	0	124
2031	113	7	7	0	127
Años	TPDA	TD (6.5% TPDA)	TG (6.1% TPDA)	Td (0.0% TPDA)	TPDA (Total)
2033	119	8	7	0	134
2034	122	8	7	0	137
2035	125	8	8	0	141
2036	129	8	8	0	145
2037	132	9	8	0	149
2038	136	9	8	0	153

Fuente: Diego Sarabia, 2018

3.6 Determinación Del Trafico Promedio Diario Anual (Tpda)

$$TPDA = TPDA + TPDA_{DESARROLLADO} + TPDA_{DESVIADO} + TPDA_{GENERADO}$$

Tabla 22 TPDA a Los Años De Interés Del Proyecto

Años	TPDA	TD (6.5% TPDA)	TG (6.1% TPDA)	Td (0.0% TPDA)	TPDA (Total)
2018 actual	80	5	5	0	90
2028 (10 años)	108	7	7	0	121
2038 (20 años)	136	9	8	0	153

Fuente: Diego Sarabia, 2018

3.7 Clasificación Tipo De Vía (Normativa MOP 2003)

Una vez analizada y procesada la información recolectada, la vía posee un TPDA a los 10 años de 121 vehículos y a los 20 años de 153 vehículos; por lo que en

función de la Tabla de valores de diseño recomendadas para carreteras de dos carriles y caminos vecinales del MTOP, para el camino vecinal Boca del Sucio - Las Delicias - San Salvador, se enmarca dentro de la Clase IV de 100 hasta 300 vehículo.

Tabla 23 Clasificación De La Carretera De Acuerdo Al Tráfico

CUADRO DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TPDA	
CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO TPDA *
R-I O R-II	MAS DE 80000
I	3000 A 80000
II	1000 A 3000
III	300 A 100
IV	100 A 300
V	MENOS DE 100

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Además el MTOP permite clasificar a las vías de acuerdo a la jerarquía con las características geométricas; de esta forma la vía en estudio se la clasifica como un camino vecinal

Tabla 24 Clasificación Funcional De La Vía

Cuadro De Carreteras en Función Del TpdA		
Función	Clase De Carretera	TPDA
CORREDOR ARTERIAL	R-I O R-II	MAS DE 80000
	I	3000 a 8000
	II	1000 a 3000
COLECTORA	I	3000 a 8000
	II	1000 a 3000
	III	300 a 100
VECINAL	IV	100 a 300
	V	menos de 100

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

3.8 Determinación Del Número De Ejes Equivalentes ESALS's

EL ESAL's ("Equivalent Simple Axial Load".) se refiere a la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado. (AASSHTO, 1993). Para este cálculo se utilizó la siguiente

ecuación:

$$Nt = N * Fc * Fd * 365 * \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad \text{Ec. 7}$$

Dónde:

Nt = número de ejes equivalentes

N= número de ejes equivalentes al inicio del período de diseño.

Fc= Factor Carril.

Fd= Factor dirección.

n= número de años de proyección.

i= tasa de crecimiento.

EL factor dirección (Fd). Este factor fue tomado de 0.5, debido a que de acuerdo al aforo vehicular realizado la mitad va por cada dirección.

Tabla 25 Factor Dirección

Factor Dirección Definido Por El Numero De Vehículos Que Pasaran Por Una Sola Dirección		
Fd	40 - 60 %	FD= 0.5
	70 - 30 %	FD= 0.7
	100%	FD= 1.0

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement, 1993

EL factor carril (Fc). El valor a adoptarse depende del número de carriles para el cual se diseñara la vía, en este caso este factor es de 0.9.

Tabla 26 Factor Carril

Factor Carril - Depende Del Número De Carriles		
Fc	No carriles	FC
	1	1
	2	0.9
	3	0.75
	4	0.5

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement, 1993

Además se procedió a determinar los factores equivalentes de carga acorde al MÉTODO AASHTO SIMPLIFICADO para lo cual estos factores estarán acorde al tipo de eje clasificado; siendo las siguientes ecuaciones: (AASSHTO, 1993)

$$FEC = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{6.6} \right)^4 \quad EJE\ SIMPLE\ RUEDA\ SIMPLE \quad Ec. 8$$

$$FEC = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{8.2} \right)^4 \quad EJE\ SIMPLE\ RUEDA\ DOBLE \quad Ec. 9$$

$$FEC = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{15.0} \right)^4 \quad EJE\ TANDEM \quad Ec. 10$$

$$FEC = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{23.0} \right)^4 \quad EJE\ TRIDEM \quad Ec. 11$$

Tabla 27 Determinación ESALS's Para Cada Tipo De Vehículo Año Base

Tipo Vehículo	Tipo De Eje	Carga	FEC	TPDA	ESAL's	N
Camión 2D	SIMPLE	3	0.0427	69	2.945	12
	SIMPLE	4	0.1349		9.309	
Bus Intermedio 2DA	SIMPLE	3	0.0427	0	0.000	0
	S-R-D	7	0.5311		0.000	
Tipo Vehículo	Tipo De Eje	Carga	FEC	TPDA	ESAL's	N
Buseta 2DB	SIMPLE	7	1.2654	1	1.265	5
	S-R-D	11	3.2383		3.238	
Volqueta V2DB	SIMPLE	7	1.2654	1	1.265	5
	S-R-D	11	3.2383		3.238	
Camión 3A	SIMPLE	7	1.2654	7	8.858	31
	TANDEM	20	3.1605		22.123	
Camión 2DA	SIMPLE	3	0.0427	2	0.085	1
	S-R-D	7	0.5311		1.062	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

En los siguientes cuadros se muestra el número de ejes equivalentes para 10 y 20 años.

Tabla 28 Número De Ejes Equivalentes (Esas' S) Periodo De 10 Años

Tipo Vehículo	N	Fc	Fd	NT
Camión 2D	12	0.9	0.5	23278
Buseta 2DB	5	0.9	0.5	8063
Volqueta V2DB	5	0.9	Z	8019
Camión 3A	31	0.9	0.5	55162
Camión 2DA	1	0.9	0.5	2180
Total No Ejes Equivalentes 10 años =				96701

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 29 Número De Ejes Equivalentes (Esas 'S) Periodo De 20 Años

Tipo Vehículo	N	Fc	Fd	NT
Camión 2D	12	0.9	0.5	53052

Bus Intermedio 2DA	0	0.9	0.5	0
Buseta 2DB	5	0.9	0.5	17498
Volqueta V2DB	5	0.9	0.5	17292
Camión 3A	31	0.9	0.5	118951
Camión 2DA	1	0.9	0.5	4968
Total No Ejes Equivalentes 20 años =				211761

Fuente: Diego Sarabia, 2018

3.9 Determinación Del Espectro De Carga

Los espectros se definen como la relación entre el número de un tipo de eje con un rango de carga y el número total de ese tipo de eje, se calculan usualmente para cada tipo de eje: sencillo dual, tandem y Tridem.

Los espectros de carga son una representación realista de la distribución de cargas. (RODRÍGUEZ, 2017)

A continuación se muestra el espectro de carga para un periodo de 10 y 20 años

Tabla 30 Determinación Del Espectro Carga Periodo De 10 Años

Tipo Vehículo	TPDA	NT 10 años	Ejes Simples			Eje S-R-D		Tándem
			3T	4T	7T	7T	11T	
Liviano 2D	69	23278	23278	23278				
Bus Intermedio 2DA	0	0	0			0		
Buseta 2DB	1	8063			8063		8063	
Volqueta V2DB	1	8019			8019		8019	
Camión 3A	7	55162			55162			55162
Camión 2DA	2	2180	2180			2180		
Número De Repeticiones			25457	23278	71244	2180	16082	55162

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 31 Determinación Del Espectro Carga Periodo De 20 Años

Tipo Vehículo	TPDA	NT 20 años	Ejes Simples			Eje S-R-D		Tándem
			3T	4T	7T	7T	11T	
Liviano 2D	69	53052	53052	53052				
Bus Intermedio 2DA	0	0	0			0		
Buseta 2DB	1	17498			17498		17498	
Volqueta V2DB	1	17292			17292		17292	
Camión 3A	7	118951			118951			118951
Camión 2DA	2	4968	4968			4968		
Número De Repeticiones			58020	53052	153741	4968	34790	118951

Fuente: Diego Sarabia, 2018

CAPITULO IV

4 DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1 Alcance Del Diseño

- El trazado geométrico se ajustará a las condiciones existentes, tanto topográficas como de consolidaciones de la población
- Se usarán curvas espirales siempre y cuando el trazado lo considere necesario
- Se evitarán las variaciones bruscas en radios de curvatura abiertas hacia otras con radios de curvatura pronunciadas.
- En base a las normas vigentes se establecerán los parámetros de velocidades, radios de curvatura mínimos, peraltes, gradientes mínimas, sección típica etc. para el trazado de la vía.

4.2 Normas De Diseño

- MOP (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – MOP 2003)
- American Association of state highway and transportation Officials (AASHTO 2001)

4.3 Características Del Proyecto

Este proyecto al encontrarse ubicado en la región costa, se desarrolla en un terreno cuyas condiciones topográficas varían entre llano (absc. 0+000 a 14+306 y 17+587 a 19+140.384) a montañosa (absc. 14+306 a 17+587), encontrándose caracterizada además por la presencia de viviendas en los centros poblados que atraviesa el trazado.

El diseño final de la vía ha sido elegido de acuerdo a las secciones típicas que permite la proyección en función de la Normativa Vial Ecuatoriana Vigente MOP

2003. Catalogándose la vía dentro de la categoría clase IV, para un tráfico entre 100 y 300 vehículos diarios al final del período de diseño.

Se considera también la presencia cercana de ríos y afluentes naturales, que determinan que el trazado de la vía existente sea limitado a no tener mayores variantes, así como la presencia de viviendas e infraestructuras a cada lado de la vía, lo que implicaría una intervención en muchas propiedades.

4.4 Criterios De Diseño

4.4.1 Velocidad De Diseño (Vd)

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, 2014, p. 101)
(NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 26)

Tabla 32 Velocidades De Diseño Recomendadas Para Carreteras

Tabla 32 Velocidades De Diseño Recomendadas Para Carreteras														
VELOCIDADES DE DISEÑO (Km/h)														
CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA esperado	BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
			(RELIEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
RI - RII			Para el cálculo de los elementos deltrazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de	
RI - RII	Todos	>8000	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
RI - RII	Todos	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
III	Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	TIPO	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	6.6E Y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	4 Y 4E	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25
* Los valores recomendados se emplearán cuando el T.P.D.A es cercano al límite superior de la respectiva categoría de vía														
* Los valores absoluto se emplearán cuando el T.P.D.A. es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado														
* La categoría IV incluye además los caminos vecinales tipo5, 5E 6 y 7 contenidos en el manual de caminos vecinales "Berger-Protectiva" 1984 y categoría V son los caminos vecinales 4 y 4eE														
* En zonas con perfiles de meteorización profundo (estribaciones) requerirán de un diseño especial considerado los aspectos geológicos														
* Para la categoría IV y V en casa de relieve escarpado es pod:ra reducir la Vd mín a km/h														

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Tomando en cuenta el TPDA de 153 vehículos correspondiente a un camino vecinal tipo IV, las condiciones topográficas del tipo montañoso en la abscisa 14+306 a

17+587 siendo este el tramo más complicado y respetando las normas vigentes del M.O.P, se ha establecido la velocidad de diseño para esta vía de 25 km/h.

$$V_d = 25 \text{ km/h}$$

La velocidad de circulación será determinada por la norma AASHTO; en donde establece que la velocidad de circulación está en función del volumen de tráfico (TPDA) al final del tiempo de estudio y de la velocidad de diseño: (AASHTO, 2001) Norma que establece las siguientes ecuaciones:

$$V_c = 0.8 V_d + 6.5 \quad \text{TPDA} < 1000 \quad \text{Ec. 12}$$

$$V_c = 1.32 * V_d^{0.89} \quad 1000 < \text{TPDA} < 3000 \quad \text{Ec. 13}$$

Dónde:

V_c = velocidad de circulación (km/h)

V_d = velocidad de diseño (km/h)

Definiendo de tal manera la velocidad de circulación para la vía en estudio, partiremos de la ecuación número 12 debido al tener un TPDA < 1000 vehículos. Obteniendo de esta manera:

$$V_c = 0.8 (25) + 6.5$$

$$V_c = 30 \text{ Km/h}$$

4.4.2 Radio Mínimo De Curvatura

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos.

Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significante en el diseño del alineamiento. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS p. , 2003, p. 36).

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Vd^2}{127*(e+f)} \quad \text{Ec. 14}$$

Dónde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

Vd = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Para la determinación del coeficiente de fricción lateral (f) utilizaremos la ecuación determinada por la AASHTO.

Este coeficiente toma en cuenta factores como: la velocidad del vehículo, superficie de la calzada, condiciones de neumáticos etc. representándose de la siguiente manera y cuyo valor para la vía en estudio es de 0.16809.

$$f = 0.19 - 0.000626 * Vd \quad \text{Ec. 15}$$

Dónde:

Vd = velocidad de diseño (km/h)

$$f = 0.19 - 0.000626 * Vd$$

$$f = 0.17435$$

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, 2014, p. 170)

Para determinar el peralte de la curva (e) el MOP recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 57).

Este valor fue tomado del ocho por ciento **e=8%**, el cual fue calculado y además verificado en la Tabla N°34 establecida por el Ministerio de Obras Públicas MOP 2003. Se resume a continuación los parámetros anteriormente obtenidos y el cálculo del radio de curvatura mínimo calculado.

Tabla 33 Determinación Radio De Curva Circular Mínimo

VELOCIDAD km/h	PERALTE MÁXIMO (e)	factor (f)	Radio mínimo calculado (m)	Radio mínimo (m)
25	8%	0.17435	19.84	20

Fuente: Diego Sarabia, 2018

TABLA 34 Valores De Diseño De Las Gradientes Longitudinales Máximas En Función Del Peralte (e) Y El Coeficiente De Fricción (f)

Vd (km/h)	"f Max"	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
20	0.350	-	7	8	8	-	20	20	20
25	0.173	-	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	-	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	-	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	-	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	-	56	60	65	-	58	60	66
50	0.190	-	73	79	86	-	75	80	90
Vd (km/h)	"f Max"	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
70	0.160	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.154	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0.130	342	375	414	463	350	37	415	465
110	0.124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0.120	515	567	630	709	520	570	630	710
NOTAS: SE PODRÁ UTILIZAR COMO RADIO MÍNIMO DE 15m, SIEMPRE Y CUANDO SE TRATE DE:									
1. Aprovechar Infraestructura Existente									
2. Relieve Difícil Escarpado									
2. Caminos De Bajo Costo									

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

4.4.3 Pendientes Máximas Y Mínimas

- Las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos; de acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 205) .

A continuación se indica las pendientes máximas que pueden adoptarse.

Tabla 35 Valores De Diseño De Las Gradientes Longitudinales Máximas

Clase De Carretera			Valor Recomendable			Valor Absoluto		
			L	O	M	L	O	M
R-Io	R-II >	8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3000 a	8000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1000 a	3000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300 a	1000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100 a	300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de	100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

- La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 206)

4.4.4 Distancia De Visibilidad

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo. (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, 2014).

4.4.4.1 Distancia De Visibilidad De Frenado (d)

Es la distancia mínima necesaria que debe existir en toda la longitud del camino, para que un conductor que transita observe un objeto en su trayectoria y pueda detener su vehículo antes de llegar a él y producir un colapso (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003).

Esta distancia de visibilidad de parada esta expresada por:

$$d = d_1 + d_2 \quad \text{Ec. 16}$$

$$d_1 = 0.7 V_c \quad \text{Ec. 17}$$

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 f_t} \quad \text{Ec. 18}$$

$$f' = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Ec. 19

Dónde:

d = distancia de frenado (m)

d1 = distancia recorrida durante el tiempo de percepción as reacción (m)

Vc = velocidad de circulación (km/h)

f' = coeficiente de fricción longitudinal

Con las ecuaciones anteriormente descritas por el MTOP se establece los valores para diferentes velocidades de diseño representadas en la siguiente tabla: (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 187)

Tabla 36 Distancia De Visibilidad Mínima De Frenado

Velocidad de diseño (kph)	Percepción + Reacción		Coeficiente fricción (f')	Distancia d2 (m)	Distancia De Visibilidad (d=d1+d2)	
	Tiempo (s)	Distancia d1 (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	2.5	13.69	0.47	3.36	17.25	20
25	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	2.5	22.92	0.4	10.64	33.56	35
40	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	2.5	29.17	0.37	18.53	47.7	50
50	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
90	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	2.5	59.72	0.3	96.34	156.06	160
110	2.5	63.89	0.3	112.51	176.4	180
120	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Acorde lo expuesto en la Tabla 36 la distancia mínima a tomarse en cuenta para el frenado de nuestro proyecto será de 25m.

4.4.4.2 Distancia De Rebasamiento

Es la Distancia necesaria para que un vehículo que circula a velocidad de diseño, rebase a otro que va a una velocidad menor sin que produzca la colisión con otro vehículo que viene en sentido contrario. (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, 2014)

Para la vía en estudio la distancia de rebasamiento será de 80m valor establecido por la siguiente tabla del MTOP para caminos vecinales (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 197).

Tabla 37 Distancia De Visibilidad Mínima De Rebasamiento

Vd (km/h)	Velocidades De Los Vehículos, km/h		Distancia Mínima De Rebasamiento, Metros	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	78	.(80)
30	28	44	109	.(110)
35	33	49	128	.(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830*
120	94	110	831	830
NOTAS:				
""*"" Valor Utilizado Con Margen De Seguridad Por Sobrepasar La Velocidad De Rebasamiento Los 100kph				
() Valores Utilizados Para Los Caminos Vecinales				

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

4.5 Secciones Adoptadas

- Ancho de Pavimento.- Este valor será de 6.00m establecido según el MTOP en la siguiente tabla: (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 228)

Tabla 38 Anchos De Calzada

Clase De Carretera			Ancho De Calzada (m)	
			Recomendable	Absoluto
R-Io	R-II >	8000 TPDA	7.30	7.30
I	3000 a	8000 TPDA	7.30	7.30
II	1000 a	3000 TPDA	7.30	6.50
III	300 a	1000 TPDA	6.70	6.00
IV	100 a	300 TPDA	6.00	6.00
V	MENOS DE	100 TPDA	4.00	4.00

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

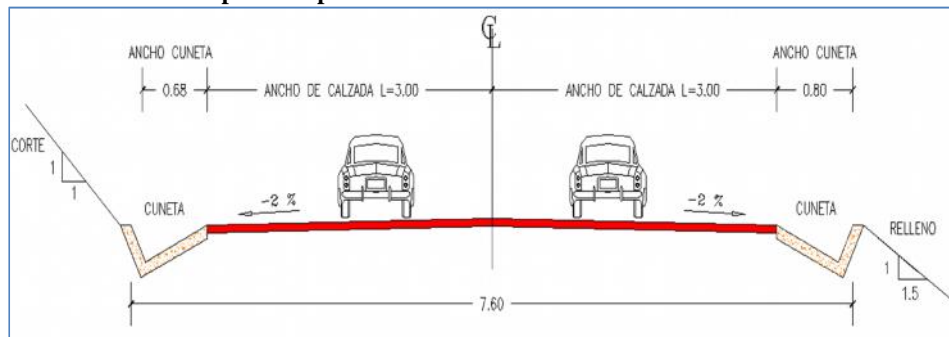
- Espaldones: Para este proyecto no se considera el uso de espaldones debido a que la sección a utilizarse está limitado por la topografía existente, puesto que según especificaciones del MOP se tendrá una sección muy ancha cayendo en proceso de grandes afectaciones hacia los predios existentes.
- Cunetas: De acuerdo a los Términos de referencia establecidos por el GADPE (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas), el ancho de la cuneta a considerarse será de 0.80m (DIRECCIÓN INFRAESTRUCTURA VIAL GADPE, 2018, p. 12).
Siendo este un limitante y debiéndose determinarse la altura (calado) de esta para que se cumpla con un buen drenaje de la vía.

Tabla 39 Sección De Diseño

Sección Típica Adoptada	
Ancho De Calzada (m)	6.00
Número De Carriles (m)	2.00
Ancho De Carril (m)	3.00
Cuneta Para Corte (m)	0.80
Cuneta Para Relleno (m)	0.80
Pendiente Transversal De Calzada	2%
Espaldones	----
TOTAL ANCHO SECCIÓN (m)	7.60

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Gráfico 7 Sección Típica Adoptada Para El Diseño



Fuente: Diego Sarabia, 2018

4.6 Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 36).

El alineamiento horizontal tuvo que acomodarse a las condiciones topográficas existentes, cabe mencionar que durante el proceso de diseño de la vía de interés se dio especial atención a la solución de los sitios con intervención a áreas pobladas y consolidadas, así como el ajuste de curvas que se encontraban fuera de la normativa vigente y que pueden ser objeto de factores de riesgo.

4.6.1 Curvas Circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, 2014, p. 138), las mismas que están compuestas por los siguientes elementos:

P.C.: Punto de inicio de la curva

P.I. : Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T. : Punto de tangencia

E : Distancia a externa (m)

M : Distancia de la ordenada medía (m)

R : Longitud del radio de la curva (m)

T : Longitud de la sub-tangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L : Longitud de la curva (m)

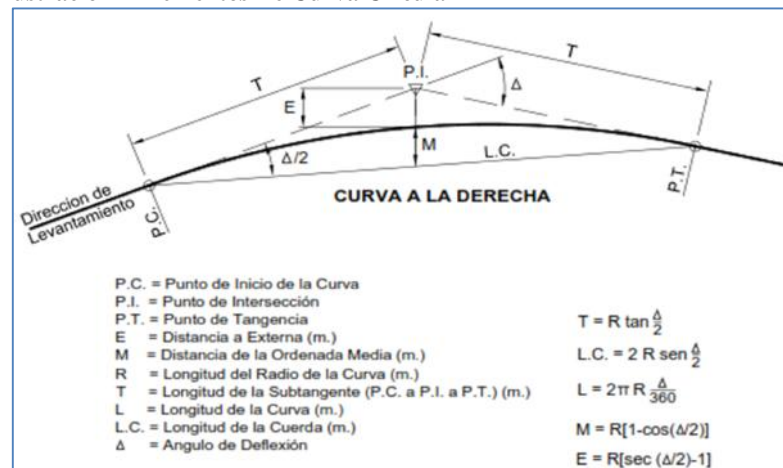
L.C: Longitud de la cuerda (m)

Δ : Ángulo de deflexión ($^{\circ}$)

p : Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)

Sa: Sobre ancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)

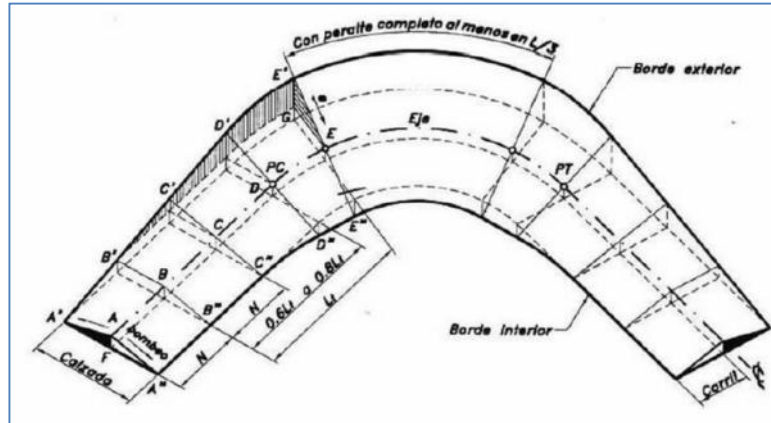
Ilustración 4 Elementos De Curva Circular



Fuente: Manual De Diseño Geométrico Perú, 2014, P.139

- Transición del peralte: La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra a peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 60).

Ilustración 5 Transición Del Peralte En Curvas



Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras P. 75, 2003

La transición del peralte escogida fue de 1:129 Ó 0.775, misma que está en función de la gradiente longitudinal (i) para el desarrollo del peralte, la cual se encuentra descrita en la siguiente tabla:

Tabla 40 Gradiente Longitudinal necesaria Para Peralte

Vd (km/h)	Valor de (i) %	Máxima Pendiente Equivalente
20	0.800	1 : 125
25	0.775	1 : 129
30	0.750	1 : 133
35	0.725	1 : 138
40	0.700	1 : 143
50	0.650	1 : 154
60	0.600	1 : 167
70	0.550	1 : 182
100	0.430	1 : 213
120	0.370	1 : 270

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras P. 60, 2003

Mediante las siguientes ecuaciones establecidas por el MOP se procedió a determinar la transición del peralte:

$$L_t = \frac{b \times e}{2 \times i} \quad \text{Ec. 20}$$

$$N = \frac{b \times p}{2 \times i} \quad \text{Ec. 21}$$

Dónde:

Lt = Longitud de transición (m)

N = Longitud de aplastamiento (m)

e = Peralte de la curva (%)

i = Gradiente de borde (%)

b = Ancho de calzada (m)

p = Pendiente Transversal de calzada (%)

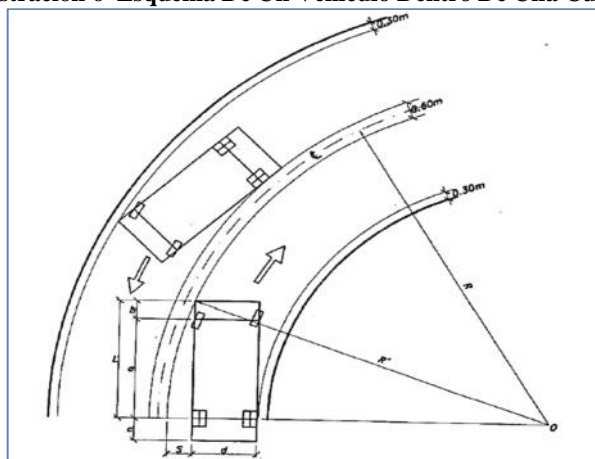
Tabla 41 Cálculo De La Longitud De Transición Y Aplastamiento

Longitud De Transición (Lt)			
b (m)	e (%)	i (%)	Lt (m)
6.0	8.0	0.775	31.0
Longitud De Aplastamiento (N)			
b (m)	p (%)	i (%)	Lt (m)
6.0	2.0	0.775	7.7

Fuente: Diego Sarabia, 2018

- Sobre ancho: El sobre ancho en una curva nos permite que las ruedas traseras de un vehículo contrarreste su esviajamiento, puesto que estas al momento de girar no siguen la misma dirección que las ruedas delanteras.

Ilustración 6 Esquema De Un Vehículo Dentro De Una Curva



Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras P. 70, 2003

Para determinar el sobre ancho el MOP utiliza las siguientes formulas:

$$S = \frac{0.105 \cdot Vd}{(R)^{1/2}}$$

Ec. 22

Dónde:

Vd = Velocidad de diseño (km/h)

R = Radio de la curva (m)

S = Sobre ancho (m)

Tabla 42 Sobre ancho Calculado Para Radios Máximo Y Mínimo

Radios Máximo Y Mínimo De Diseño	Valores	Velocidad Diseño (km/h)	Sobre ancho (m)
Radio Mínimo	20	25	0.587
Radio Máximo	1200	25	0.076

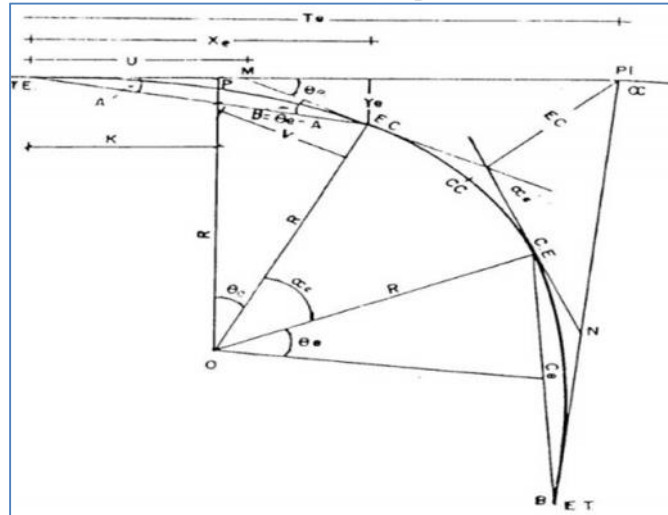
Fuente: Diego Sarabia, 2018

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobre ancho igual a **30cm** para velocidades de hasta 50 km/h y de 40 cm para velocidades mayores. En los cuadros correspondientes se indican los diversos valores de variación de los valores del sobre ancho en función de la velocidad, el radio y del vehículo de diseño. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 71)

4.6.2 Curvas Espirales

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobre-ancho (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 42)

Ilustración 7 Elementos De Curva Espiral



Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

L.e.: Longitud mínima de espiral: El MOP establece los siguientes valores cuyas longitudes se encuentran en función de la velocidad de diseño, del radio de la curva circular (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 48).

Re.: Radio en cualquier punto de la espiral

∴ Ángulo de deflexión de las tangentes principales.

Tabla 43 Valores De Longitud De Espiral En Función De Radio Y Velocidad

Valores Mínimos Recomendables De La Longitud De La Espiral ($L_e = 0.036 V^3/R$)														
Vd (km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
R min, m	18	20	25	30	42	56	75	110	160	210	275	350	430	520
Le min, m	30	30	40	52	55	59	60	70	80	90	95	100	110	120

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Debido a las condiciones de consolidación de áreas existentes la longitud de espiral (L_e) se ajustara a la topografía existente, pudiéndose obtener longitudes de curva menores a la estipulada como mínima

θ.e.: Deflexión de espiral: Es el ángulo comprendido entre las tangentes a la espiral en sus puntos extremos

LT.: Longitud total de la curva: $2L_e + L_c$ (L_c longitud de curva circular)

L.: Longitud del TE cualquier punto de la espiral

P.I. : Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

T.E. : Punto cambio de tangente a espiral

E.C: Punto cambio de espiral a circular

R: Radio de la curvatura circular

C.E: Punto cambio de circular a espiral

E.T. : Punto cambio de espiral a tangente

X, Y: Coordenada rectangular de cualquier punto de la espiral

U.: Tangente larga de la espiral

V.: Tangente corta de la espiral

Ce.: Cuerda larga de la espiral

K.: Abscisa de Pc desplazada medida desde Te

- El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud, repartiendo el sobre ancho mitad hacia el lado externo y mitad hacia el interno. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 59)

4.6.3 Reporte De Diseño Horizontal

Tabla 44 Cuadro De Curvas Circulares

C#	UI	R (m)	LC (m)	T (m)	PI (m)	Norte (m)	Este (m)	PC (m)	PT (m)	E (m)
1	52°31'27"	30	27.50	14.802	0+113.966	10060646.699	618671.435	0+099.163	0+126.665	14.802
2	63°56'36"	40	44.64	24.967	0+169.283	10060611.399	618716.723	0+144.316	0+188.957	24.967
3	67°20'07"	60	70.51	39.966	0+325.754	10060682.331	618862.106	0+285.788	0+356.301	39.966
4	17°20'32"	150	45.40	22.876	0+433.818	10060604.750	618950.329	0+410.942	0+456.344	22.876
5	21°54'59"	250	95.63	48.406	0+891.716	10060418.471	619369.007	0+843.311	0+938.939	48.406
6	28°01'55"	60	29.36	14.977	1+386.390	10060400.569	619864.541	1+371.412	1+400.767	14.977
7	24°10'52"	80	33.76	17.136	1+488.359	10060445.473	619956.758	1+471.223	1+504.985	17.136
8	62°46'01"	50	54.77	30.5	1+620.192	10060449.589	620089.037	1+589.692	1+644.466	30.500
9	50°40'22"	60	53.06	28.408	1+728.906	10060553.375	620138.432	1+700.498	1+753.562	28.408
10	30°12'30"	60	31.63	16.194	1+986.213	10060615.985	620391.872	1+970.019	2+001.653	16.194
11	21°47'10"	80	30.42	15.395	2+174.612	10060562.796	620573.393	2+159.216	2+189.635	15.395
12	58°54'42"	60	61.69	33.885	2+260.314	10060570.978	620659.077	2+226.429	2+288.121	33.885
13	40°08'41"	50	35.03	18.27	2+411.576	10060444.569	620752.762	2+393.306	2+428.339	18.270
14	24°48'31"	100	43.30	21.994	2+511.767	10060421.151	620851.727	2+489.773	2+533.072	21.994
15	30°48'28"	80	43.02	22.042	2+601.373	10060439.147	620940.211	2+579.332	2+622.348	22.042
16	78°46'00"	60	82.48	49.255	3+002.104	10060209.022	620913.096	2+952.848	3+035.333	49.255
17	28°58'56"	120	60.70	31.014	3+154.537	10060050.401	620969.823	3+123.522	3+184.223	31.014
18	51°23'22"	80	71.75	38.492	3+347.987	10059921.747	621116.065	3+309.494	3+381.248	38.492
19	59°56'23"	200	209.23	115.33	3+554.018	10059710.724	621106.009	3+438.688	3+647.917	115.330
20	46°07'19"	80	64.40	34.058	3+730.778	10059603.396	621272.622	3+696.720	3+761.117	34.058
21	26°01'14"	200	90.83	46.211	4+122.534	10059215.305	621348.691	4+076.323	4+167.152	46.211
22	46°15'33"	250	201.84	106.79	4+432.421	10058966.907	621536.623	4+325.634	4+527.478	106.786
23	52°40'33"	80	73.55	39.604	4+646.610	10058743.862	621500.702	4+607.006	4+680.555	39.604
24	39°15'06"	70	47.95	24.961	4+752.006	10058691.424	621402.806	4+727.045	4+775.000	24.961
25	93°01'17"	90	146.12	94.876	4+892.867	10058718.862	621262.638	4+797.991	4+944.109	94.876
26	23°28'39"	100	40.98	20.78	5+028.134	10058541.726	621237.572	5+007.355	5+048.331	20.780
27	61°54'51"	80	86.45	47.987	5+253.876	10058348.817	621119.211	5+205.889	5+292.337	47.987
28	19°18'30"	180	60.66	30.62	5+572.466	10058065.762	621285.163	5+541.846	5+602.505	30.620
29	84°01'35"	150	219.98	135.12	5+821.464	10057904.307	621475.484	5+686.341	5+906.321	135.123
30	70°02'57"	120	146.71	84.102	6+304.607	10057463.844	621174.623	6+220.506	6+367.216	84.102
31	52°12'56"	130	118.47	63.708	6+486.534	10057298.680	621293.366	6+422.826	6+541.299	63.708
32	41°14'08"	80	57.58	30.098	6+664.910	10057119.076	621240.161	6+634.812	6+692.387	30.098
33	93°22'43"	70	114.08	74.254	6+908.917	10056987.423	621031.611	6+834.663	6+948.746	74.254
34	37°32'05"	110	72.06	37.377	7+049.266	10056845.388	621133.455	7+011.889	7+083.950	37.377
35	12°27'27"	250	54.36	27.285	7+361.189	10056530.944	621123.062	7+333.904	7+388.259	27.285
36	89°51'10"	30	47.05	29.923	7+636.390	10056302.791	621247.543	7+606.467	7+653.514	29.923
37	12°27'57"	70	15.23	7.645	7+706.646	10056235.668	621198.627	7+699.001	7+714.230	7.645
38	19°29'38"	120	40.83	20.613	7+897.649	10056060.608	621122.081	7+877.036	7+917.864	20.613
39	61°29'18"	60	64.39	35.688	8+066.448	10055891.849	621109.914	8+030.760	8+095.151	35.688
40	121°25'29"	65	137.75	115.89	8+251.929	10055788.053	621271.994	8+136.042	8+273.794	115.887

C#	Ul	R (m)	LC (m)	T (m)	PI (m)	Norte (m)	Este (m)	PC (m)	PT (m)	E (m)
41	89°00'25"	40	62.14	39.312	8+352.632	10055702.876	621096.886	8+313.320	8+375.457	39.312
42	22°25'54"	80	31.32	15.863	8+501.020	10055553.382	621166.422	8+485.157	8+516.477	15.863
43	25°19'16"	90	39.77	20.217	8+654.741	10055449.010	621279.832	8+634.525	8+674.298	20.217
44	65°55'37"	65	74.79	42.152	8+776.829	10055335.244	621325.925	8+734.677	8+809.468	42.152
45	21°32'41"	90	33.84	17.123	8+935.239	10055214.187	621209.549	8+918.116	8+951.958	17.123
46	33°24'06"	80	46.64	24.002	9+046.048	10055167.918	621108.418	9+022.046	9+068.683	24.002
47	34°41'33"	90	54.49	28.112	9+321.774	10054932.964	620961.526	9+293.662	9+348.157	28.112
48	26°29'07"	80	36.98	18.827	9+434.805	10054818.330	620966.890	9+415.978	9+452.959	18.827
49	35°09'17"	60	36.81	19.007	9+503.064	10054758.136	621000.482	9+484.057	9+520.871	19.007
50	14°45'23"	120	30.91	15.539	9+635.738	10054624.994	620986.512	9+620.199	9+651.104	15.539
51	44°23'08"	170	131.69	69.351	9+965.199	10054299.211	621036.751	9+895.848	10+027.543	69.351
52	42°23'15"	60	44.39	23.265	10+097.144	10054215.883	621147.945	10+073.879	10+118.267	23.265
53	54°03'11"	50	47.17	25.505	10+192.082	10054225.254	621244.571	10+166.576	10+213.746	25.505
54	6°52'09"	1200	143.87	72.019	10+495.496	10053995.087	621448.111	10+423.477	10+567.342	72.019
55	68°26'47"	60	71.68	40.811	10+697.616	10053828.609	621563.033	10+656.804	10+728.481	40.811
56	11°55'55"	120	24.99	12.54	10+805.499	10053855.242	621677.813	10+792.959	10+817.948	12.540
57	19°40'50"	100	34.35	17.345	10+892.831	10053856.970	621765.219	10+875.486	10+909.835	17.345
58	31°05'31"	100	54.27	27.819	11+061.731	10053917.104	621923.416	11+033.912	11+088.178	27.819
59	30°05'30"	100	52.52	26.88	11+193.890	10053893.277	622054.804	11+167.010	11+219.529	26.880
60	66°06'34"	40	46.15	26.031	11+368.380	10053952.839	622220.134	11+342.349	11+388.503	26.031
61	39°19'24"	80	54.91	28.584	11+446.834	10054036.987	622226.133	11+418.250	11+473.156	28.584
62	22°08'06"	70	27.04	13.692	11+516.724	10054089.410	622275.709	11+503.031	11+530.074	13.692
63	10°58'41"	200	38.32	19.219	11+680.288	10054157.286	622424.900	11+661.069	11+699.390	19.219
64	21°14'49"	180	66.75	33.763	11+896.067	10054207.634	622634.844	11+862.305	11+929.054	33.763
65	27°55'36"	80	38.99	19.892	12+042.634	10054291.582	622755.933	12+022.742	12+061.736	19.892
66	56°00'30"	70	68.43	37.226	12+156.924	10054305.220	622870.202	12+119.697	12+188.124	37.226
67	18°38'20"	100	32.53	16.41	12+384.995	10054513.456	622977.156	12+368.585	12+401.115	16.410
68	13°29'41"	120	28.26	14.197	12+492.007	10054588.231	623054.114	12+477.810	12+506.073	14.197
69	38°16'37"	120	80.17	41.644	12+742.219	10054715.970	623269.414	12+700.575	12+780.742	41.644
70	8°37'28"	100	15.06	7.542	13+109.226	10054667.045	623636.294	13+101.684	13+116.739	7.542
71	34°19'56"	90	53.93	27.801	13+208.940	10054668.838	623736.021	13+181.139	13+235.068	27.801
72	26°42'45"	80	37.30	18.994	13+308.583	10054613.210	623820.700	13+289.589	13+326.887	18.994
73	26°35'30"	150	69.62	35.447	13+502.153	10054590.918	624013.677	13+466.706	13+536.322	35.447
74	27°39'28"	110	53.10	27.077	13+681.941	10054652.853	624183.821	13+654.864	13+707.963	27.077
75	26°50'34"	110	51.53	26.249	13+992.649	10054611.320	624492.806	13+966.400	14+017.935	26.249
76	31°53'09"	120	66.78	34.28	14+191.505	10054676.992	624681.525	14+157.225	14+224.006	34.280
77	49°26'39"	30	25.89	13.812	14+353.245	10054641.047	624841.044	14+339.433	14+365.321	13.812
78	26°54'39"	60	28.18	14.355	14+430.371	10054688.226	624904.237	14+416.016	14+444.196	14.355
79	23°04'41"	120	48.33	24.499	14+554.446	10054709.509	625027.011	14+529.947	14+578.281	24.499
80	31°11'08"	200	108.86	55.814	14+699.446	10054788.656	625149.297	14+643.632	14+752.491	55.814
81	16°26'49"	80	22.96	11.561	14+929.496	10054795.671	625382.010	14+917.934	14+940.898	11.561
82	57°49'23"	65	65.60	35.899	15+004.988	10054776.448	625455.179	14+969.089	15+034.687	35.899
83	9°09'08"	200	31.95	16.008	15+103.769	10054848.183	625531.828	15+087.761	15+119.709	16.008

C#	UI	R (m)	LC (m)	T (m)	PI (m)	Norte (m)	Este (m)	PC (m)	PT (m)	E (m)
84	20°14'32"	140	49.46	24.991	15+205.954	10054905.288	625616.649	15+180.963	15+230.424	24.991
85	14°50'19"	120	31.08	15.626	15+376.116	10054945.736	625782.471	15+360.490	15+391.568	15.626
86	78°29'19"	90	123.29	73.518	15+517.207	10054942.950	625923.709	15+443.689	15+566.978	73.518
87	83°23'12"	80	116.43	71.261	15+662.604	10055107.993	625960.726	15+591.343	15+707.773	71.261
88	30°40'06"	50	26.76	13.71	15+770.667	10055093.904	626094.139	15+756.957	15+783.719	13.710
89	70°03'22"	170	207.86	119.16	15+956.699	10055171.734	626263.833	15+837.540	16+045.401	119.159
90	107°54'18"	40	75.33	54.96	16+250.377	10054940.870	626491.354	16+195.418	16+270.750	54.960
91	104°48'27"	75	137.19	97.403	16+423.839	10055125.391	626587.460	16+326.436	16+463.629	97.403
92	38°44'51"	90	60.86	31.648	16+547.174	10055003.565	626721.252	16+515.526	16+576.390	31.648
93	59°15'33"	55	56.88	31.282	16+757.782	10054793.110	626754.331	16+726.500	16+783.384	31.282
94	29°24'59"	80	41.07	21	16+889.237	10054742.165	626881.651	16+868.237	16+909.310	21.000
95	46°20'44"	60	48.53	25.682	16+970.049	10054752.987	626962.671	16+944.367	16+992.899	25.682
96	44°27'43"	60	46.56	24.523	17+106.074	10054666.097	627070.983	17+081.551	17+128.111	24.523
97	22°54'46"	90	35.99	18.239	17+222.338	10054677.942	627189.141	17+204.099	17+240.090	18.239
98	52°02'11"	45	40.87	21.965	17+353.177	10054639.133	627314.602	17+331.212	17+372.081	21.965
99	15°46'31"	90	24.78	12.468	17+426.989	10054567.258	627341.870	17+414.521	17+439.299	12.468
100	6°29'56"	100	11.34	5.677	17+695.355	10054469.326	627218.658	17+689.678	17+701.021	5.677
101	33°37'07"	70	41.07	21.146	17+756.074	10054473.723	627158.086	17+734.928	17+776.000	21.146
102	48°26'17"	60	50.72	26.989	17+901.457	10054401.608	627030.446	17+874.468	17+925.192	26.989
103	6°16'24"	200	21.90	10.96	18+345.291	10054104.326	626828.503	18+334.331	18+356.229	10.960
104	25°57'09"	70	31.71	16.129	18+546.265	10054113.471	626627.716	18+530.135	18+561.841	16.129
105	30°06'07"	60	31.52	16.134	18+604.702	10054141.672	626575.903	18+588.568	18+620.090	16.134
106	26°32'46"	80	37.07	18.872	18+669.806	10054139.899	626510.077	18+650.934	18+687.999	18.872
107	23°39'28"	120	49.55	25.133	18+804.051	10054196.926	626387.799	18+778.918	18+828.467	25.133
108	88°27'47"	40	61.76	38.941	18+915.233	10054199.553	626275.931	18+876.292	18+938.051	38.941
109	112°08'48"	65	127.23	96.633	2+806.487	10060360.182	621165.548	2+709.854	2+837.080	96.633
110	81°13'56"	20	28.36	17.152	17+525.075	10054477.113	627408.698	17+507.923	17+536.278	17.152
111	62°13'47"	35	38.01	21.126	18+216.181	10054083.426	626962.256	18+195.056	18+233.070	21.126
112	28°52'56"	90	45.37	23.177	7+522.416	10056372.320	621152.646	7+499.239	7+544.607	23.177

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 45 Cuadro De Curvas Espirales

Resumen De Curvas Espirales							
Espiral#	Inicio	Fin	Le	k	V	U	e
Espiral#:1	2+689.854	2+709.854	20	9.992	6.682	13.35	8.8147
Espiral#:2	2+837.080	2+857.080	20	9.992	6.682	13.35	8.8147
Espiral#:3	17+492.923	17+507.923	15	7.465	5.068	10.075	21.4859
Espiral#:4	17+536.278	17+551.278	15	7.465	5.068	10.075	21.4859
Espiral#:5	18+185.056	18+195.056	10	4.997	3.34	6.674	8.1851
Espiral#:6	18+233.070	18+253.070	20	9.973	6.719	13.391	16.3702
Espiral#:7	7+474.239	7+499.239	25	12.492	8.349	16.684	7.9577
Espiral#:8	7+544.607	7+564.607	20	9.996	6.675	13.342	6.3662

Fuente: Diego Sarabia, 2018

4.7 Alineamiento Vertical

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 205)

4.7.1 Longitud Crítica De Gradiente

Acorde a la Tabla 33. el proyecto contara con pendientes máximas del 6% en las abscisas 0+000 a 14+306 y 17+587 a 19+140.384 por tener una topografía plana y de 12% en la abscisa 14+306 a 17+587 por tener una topografía montañosa. Al contar con una topografía con pendientes naturales del 12% y con el fin de evitar en gran parte el movimiento de tierras a producirse el MTOP dice que se podrá aumentar la gradiente en 3% en terrenos Montañosos, para longitudes menores a 750m (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 469); por lo que la gradiente máxima a aplicarse en la vía de estudio será del 15%.

En base a este valor adoptado el MOP establece que: se permitirá este incremento de pendiente para longitudes mínimas de 250m (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 208).

4.7.2 Curvas Verticales

Para poder realizar el trazado del alineamiento vertical el MOP establece los siguientes criterios:

- Se deben evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro; esto se puede evitar introduciendo una

curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves, las que significan mayores cortes y rellenos. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 215)

- Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 215)
- En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en el cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo con pendiente máxima, en vez de proyectar un tramo largo de una sola pendiente aunque ésta sea algo más suave. Esto es particularmente aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 215)
- En la selección de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 216)

4.7.2.1 Curvas Verticales Convexas

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros (NORMAS DE DISEÑO DE

CARRETERAS MOP, 2003, p. 208). Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = K A \quad \text{Ec. 23}$$

Dónde:

L = Longitud de curva vertical (m)

A = Diferencia Algebraica de pendientes (%)

k = Coeficiente de carretera

El valor de k se encuentra determinado en las siguientes tablas dadas por el MOP para diferentes velocidades de diseño y que en nuestro caso es el valor de 2.
(NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 211)

Tabla 46 Coeficiente K Para Curvas Verticales Convexas

Velocidades De Diseño	Distancia de visibilidad parada (s) metros	Coeficiente K=S2/426	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

La longitud mínima a obtenerse en las curvas verticales para que se garantice la condición de estética y por ende comodidad a los usuarios está dado por la siguiente ecuación dado por el MOP (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 214)

$$L_{min} = 0.60 V_d$$

Ec. 24

Dónde:

L_{min} = Longitud mínima de curva vertical (m)

V_d = Velocidad de diseño en (25 km/h)

$$L_{min} = 0.60 (25)$$

$$L_{min} = 15 \text{ m}$$

4.7.2.2 Curvas Verticales Cóncavas

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 212). La ecuación a utilizarse para la determinación de la longitud de curva será la misma definida en la Ec.24 para curvas convexas, en donde el valor de k será el que varié acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 47 Coeficiente K Para Curvas Verticales Cóncavas

Velocidades De Diseño	Distancia de visibilidad parada (s) metros	Coeficiente $k=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

La longitud de curva cóncava mínima a utilizarse en el proyecto será la misma obtenida mediante la ecuación Ec.24

$$L_{min} = 15 \text{ m}$$

4.7.3 Reporte De Diseño Vertical

Tabla 48 Cuadro De Curvas Verticales

PIV#	Absc. (m)	Cota (m.s.n.m)	Radio De Curva	T (m)	L. De Curva (m)	Flecha (m)	Pend. (%)	Distancia Entre PIV (m)
INICIO	0+000.000	6.513	0.000	0.00	0.00	0.000	-1.51%	57.272
PIV #1	0+057.272	5.650	35.244	30.00	60.00	0.128	0.20%	234.920
PIV #2	0+292.192	6.109	149.900	40.00	80.00	0.053	-0.34%	295.161
PIV #3	0+587.353	5.111	241.659	50.00	100.00	0.052	0.08%	197.397
PIV #4	0+784.750	5.261	42.640	40.00	80.00	0.188	1.95%	111.655
PIV #5	0+896.405	7.440	15.551	30.00	60.00	0.289	-1.91%	68.821
PIV #6	0+965.226	6.128	27.825	30.00	60.00	0.162	0.25%	396.363
PIV #7	1+361.589	7.119	159.547	45.00	90.00	0.063	0.81%	131.649
PIV #8	1+493.238	8.190	114.880	50.00	100.00	0.109	-0.06%	167.760
PIV #9	1+660.998	8.096	182.055	30.00	60.00	0.025	0.27%	84.000
PIV #10	1+744.998	8.325	217.512	30.00	60.00	0.021	0.00%	198.622
PIV #11	1+943.620	8.320	322.070	45.00	90.00	0.031	0.28%	305.119
PIV #12	2+248.739	9.164	88.429	50.00	100.00	0.141	-0.85%	126.251
PIV #13	2+374.990	8.086	44.856	40.00	80.00	0.178	0.93%	114.612
PIV #14	2+489.602	9.151	69.379	35.00	70.00	0.088	-0.08%	275.962
PIV #15	2+765.564	8.931	384.643	50.00	100.00	0.032	0.18%	128.074
PIV #16	2+893.638	9.162	354.156	40.00	80.00	0.023	-0.05%	106.581
PIV #17	3+000.219	9.114	153.894	30.00	60.00	0.029	0.34%	330.435
PIV #18	3+330.654	10.252	219.925	50.00	100.00	0.057	-0.11%	372.456
PIV #19	3+703.110	9.841	440.153	35.00	70.00	0.014	0.05%	97.342
PIV #20	3+800.452	9.888	32.339	25.00	50.00	0.097	-1.50%	78.420
PIV #21	3+878.872	8.714	24.167	20.00	40.00	0.083	0.16%	773.590
PIV #22	4+652.462	9.935	8.569	25.00	50.00	0.365	5.99%	72.827
PIV #23	4+725.289	14.299	3.317	20.00	40.00	0.603	-6.07%	69.697
PIV #24	4+794.986	10.070	7.400	25.00	50.00	0.422	0.69%	252.310
PIV #25	5+047.296	11.807	91.435	50.00	100.00	0.137	-0.41%	207.301
PIV #26	5+254.597	10.967	161.299	50.00	100.00	0.077	0.21%	410.750
PIV #27	5+665.347	11.848	8.853	20.00	40.00	0.226	4.73%	64.640
PIV #28	5+729.987	14.908	3.652	20.00	40.00	0.548	-6.22%	45.742
PIV #29	5+775.729	12.063	6.293	20.00	40.00	0.318	0.14%	1904.794
PIV #30	7+680.523	14.650	27.701	40.00	80.00	0.289	3.02%	196.770
PIV #31	7+877.293	20.600	8.120	30.00	60.00	0.554	-4.36%	87.637
PIV #32	7+964.930	16.775	15.782	25.00	50.00	0.198	-1.20%	134.717
PIV #33	8+099.647	15.162	6.381	20.00	40.00	0.313	5.07%	45.914
PIV #34	8+145.561	17.491	3.691	20.00	40.00	0.542	-5.76%	59.126
PIV #35	8+204.687	14.083	5.262	20.00	40.00	0.380	1.84%	65.598
PIV #36	8+270.285	15.288	27.293	25.00	50.00	0.114	0.00%	258.771
PIV #37	8+529.056	15.300	8.456	40.00	80.00	0.946	9.47%	126.104
PIV #38	8+655.160	27.237	2.782	30.00	60.00	1.617	-12.10%	102.645
PIV #39	8+757.805	14.818	5.695	35.00	70.00	1.076	0.19%	1464.569
PIV #40	10+222.374	17.654	6218.143	50.00	100.00	0.002	0.21%	423.055
PIV #41	10+645.429	18.541	10.864	30.00	60.00	0.414	5.73%	69.241
PIV #42	10+714.670	22.510	4.966	20.00	40.00	0.403	-2.32%	88.310
PIV #43	10+802.980	20.460	5.476	20.00	40.00	0.365	4.98%	46.417
PIV #44	10+849.397	22.772	3.806	20.00	40.00	0.525	-5.53%	47.640
PIV #45	10+897.037	20.138	7.436	20.00	40.00	0.269	-0.15%	92.514
PIV #46	10+989.551	20.001	3.621	20.00	40.00	0.552	10.90%	49.375
PIV #47	11+038.926	25.381	2.506	20.00	40.00	0.798	-5.07%	146.690
PIV #48	11+185.616	17.950	8.144	40.00	80.00	0.982	4.76%	116.156
PIV #49	11+301.772	23.477	5.584	20.00	40.00	0.358	11.92%	95.787
PIV #50	11+397.559	34.895	2.563	30.00	60.00	1.755	-11.49%	141.459

PIV#	Absc. (m)	Cota (m.s.n.m)	Radio De Curva	T (m)	L. De Curva (m)	Flecha (m)	Pend. (%)	Distancia Entre PIV (m)
PIV #51	11+539.018	18.648	2.117	20.00	40.00	0.945	7.41%	48.158
PIV #52	11+587.176	22.218	4.105	20.00	40.00	0.487	-2.33%	72.438
PIV #53	11+659.614	20.528	21.007	25.00	50.00	0.149	0.05%	991.346
PIV #54	12+650.960	21.000	6.791	20.00	40.00	0.295	5.94%	74.643
PIV #55	12+725.603	25.432	6.019	30.00	60.00	0.748	-4.03%	155.331
PIV #56	12+880.934	19.170	7.949	20.00	40.00	0.252	1.00%	84.900
PIV #57	12+965.834	20.019	47.437	20.00	40.00	0.042	0.16%	1259.914
PIV #58	14+225.748	22.000	24.047	25.00	50.00	0.130	2.24%	80.425
PIV #59	14+306.173	23.799	4.702	30.00	60.00	0.957	15.00%	208.343
PIV #60	14+514.516	55.046	6.835	40.00	80.00	1.170	3.29%	252.887
PIV #61	14+767.403	63.377	12.253	40.00	80.00	0.653	9.82%	218.131
PIV #62	14+985.534	84.805	3.335	30.00	60.00	1.349	-8.17%	83.812
PIV #63	15+069.346	77.961	4.287	30.00	60.00	1.050	5.83%	120.735
PIV #64	15+190.081	85.000	12.215	70.00	140.00	2.006	-5.63%	196.381
PIV #65	15+386.462	73.941	2.682	25.00	50.00	1.165	13.01%	96.945
PIV #66	15+483.407	86.556	3.890	20.00	40.00	0.514	2.73%	66.341
PIV #67	15+549.748	88.367	5.555	20.00	40.00	0.360	9.93%	99.471
PIV #68	15+649.219	98.245	2.119	20.00	40.00	0.944	-8.94%	59.413
PIV #69	15+708.632	92.932	1.692	20.00	40.00	1.182	14.69%	129.405
PIV #70	15+838.037	111.947	2.498	25.00	50.00	1.251	-5.32%	117.350
PIV #71	15+955.387	105.702	6.939	30.00	60.00	0.648	3.33%	177.082
PIV #72	16+132.469	111.590	7.449	35.00	70.00	0.822	12.72%	86.209
PIV #73	16+218.678	122.557	4.472	30.00	60.00	1.006	-0.70%	95.208
PIV #74	16+313.886	121.895	4.644	30.00	60.00	0.969	12.23%	139.026
PIV #75	16+452.912	138.892	4.340	55.00	110.00	3.485	-13.12%	238.304
PIV #76	16+691.216	107.620	3.904	45.00	90.00	2.594	9.93%	89.449
PIV #77	16+780.665	116.504	2.196	25.00	50.00	1.423	-12.84%	106.788
PIV #78	16+887.453	102.794	39.133	50.00	100.00	0.319	-10.28%	91.721
PIV #79	16+979.174	93.362	13.080	40.00	80.00	0.612	-4.17%	116.526
PIV #80	17+095.700	88.506	8.219	40.00	80.00	0.973	-13.90%	86.141
PIV #81	17+181.841	76.531	14.843	30.00	60.00	0.303	-9.86%	72.414
PIV #82	17+254.255	69.392	8.015	15.00	30.00	0.140	-6.12%	68.385
PIV #83	17+322.640	65.210	4.403	20.00	40.00	0.454	-15.20%	252.693
PIV #84	17+575.333	26.800	5.356	40.00	80.00	1.494	-0.26%	1139.489
PIV #85	18+714.822	23.800	5.270	20.00	40.00	0.379	7.33%	60.508
PIV #86	18+775.330	28.233	3.287	20.00	40.00	0.608	-4.84%	65.944
PIV #87	18+841.274	25.040	6.553	30.00	60.00	0.687	4.31%	84.199
PIV #88	18+925.473	28.672	2.261	15.00	30.00	0.497	-8.95%	37.237
PIV #89	18+962.710	25.339	3.458	15.00	30.00	0.325	-0.28%	177.674

Fuente: Diego Sarabia, 2018

En el **ANEXO N° 5: Planos De Diseño Vial Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador**, se presenta el trazado en planta y perfil realizado a lo largo del proyecto en donde se incluye la sección típica a utilizarse y las respectivas pendientes longitudinales, cuadro de curvas espirales y circulares y su respectiva simbología ; y en el **ANEXO N° 6: Secciones Transversales De La Vía** se presenta las secciones transversales obtenidas cada 20m en las tangentes y cada 5 m en las curvas, cada una con su respectiva peralte y sobre ancho.

4.8 Volúmenes Y Curva De Masas

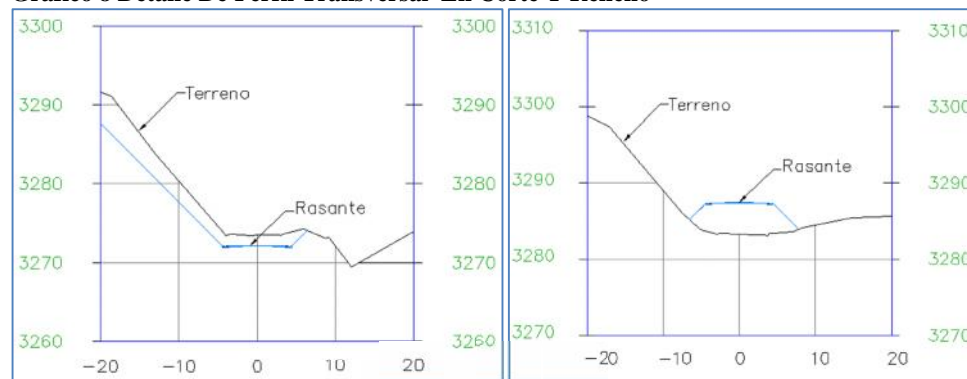
Para la obtención del volumen de corte y relleno se lo realizó en el programa *CIVIL 3D*, obteniendo secciones transversales en las tangentes cada 20m y en curvas cada 5m **ANEXO N° 7: Cálculo De Volúmenes de corte y Relleno.**

4.8.1 Movimiento De Tierras - Volúmenes

EL método que se utiliza para la determinación de los volúmenes resultado del movimiento de tierras es el Método de los Perfiles Transversales, el cual está en función a la fórmula de Simpson para el cálculo del prisma que se genera entre dos secciones transversales. (GUEVARA-MARTÍNEZ, 2015, p. 42).

Los perfiles transversales se obtendrán una vez realizado tanto el diseño horizontal como el vertical, los mismos que son perpendiculares a las líneas de tangentes y concéntricos en el caso de las curvas; además estos perfiles pueden ser de corte, terraplén o las distintas combinaciones entre ellos por lo que estos nos dan una referencia sobre la forma del terreno y están compuestas de dos partes: terreno y rasante. (GUEVARA-MARTÍNEZ, 2015, p. 50)

Gráfico 8 Detalle De Perfil Transversal En Corte Y Relleno



Fuente: Diego Sarabia, 2018

$$Vp = L \frac{A1 + 4 * Am + A2}{6}$$

Si tenemos: $Am = \frac{1}{2} * (A1 + A2)$

$$Vp = \frac{1}{2} (A1 + A2) * L$$

Dónde:

V_p = Longitud del prisma (m^3)

A_1 = Área #1 de la primera sección transversal (m^2)

A_2 = Área #2 de la segunda sección transversal (m^2)

L = Distancia entre secciones transversales (m)

A_m = Área promedio entre las dos secciones transversales (m^2)

Se debe tomar en cuenta que la sección tipo ingresada permite únicamente determinar los volúmenes de excavación y relleno. En el Anexo N° 7 se presentan detallados los volúmenes de corte y relleno obtenidos, y en la siguiente tabla se resumen estos por cada kilómetro.

Tabla 49 Volúmenes De Corte Y Relleno Por Kilómetro

Kilómetro#	Corte (m^3)	Relleno (m^3)
Kilómetro 1	2630.600	316.376
Kilómetro 2	3047.061	126.698
Kilómetro 3	2812.364	337.839
Kilómetro 4	4185.556	10.217
Kilómetro 5	3780.017	121.328
Kilómetro 6	3688.259	1154.028
Kilómetro 7	1728.587	896.905
Kilómetro 8	4894.663	1883.236
Kilómetro 9	3350.673	1552.584
Kilómetro 10	2539.588	775.327
Kilómetro 11	2756.639	1139.885
Kilómetro 12	17677.730	369.000
Kilómetro 13	1837.370	5269.781
Kilómetro 14	1128.593	1819.653
Kilómetro 15	11726.849	317.140
Kilómetro 16	11971.332	1382.471
Kilómetro 17	12110.172	1069.961
Kilómetro 18	19404.973	31.520
Kilómetro 19	11783.957	89.989
Total	123054.983	18663.938

Fuente: Diego Sarabia, 2018

4.8.2 Curva De Masas

Es el esquema en el cual se representa el resultado de la acumulación de volúmenes de cortes y rellenos, dibujados en el eje de las ordenadas las distancias horizontales y

en el eje de las abscisas los volúmenes de acumulación obtenidos (GUEVARA-MARTÍNEZ, 2015) . La curva de masas tiene como función los principales objetivos:

- Compensación entre los volúmenes de corte y relleno
- Determinar la economía en cuanto a la selección de equipo a utilizarse
- Conocer las pendientes y distancias de acarreo
- Controlar el préstamo y bote de los volúmenes obtenidos

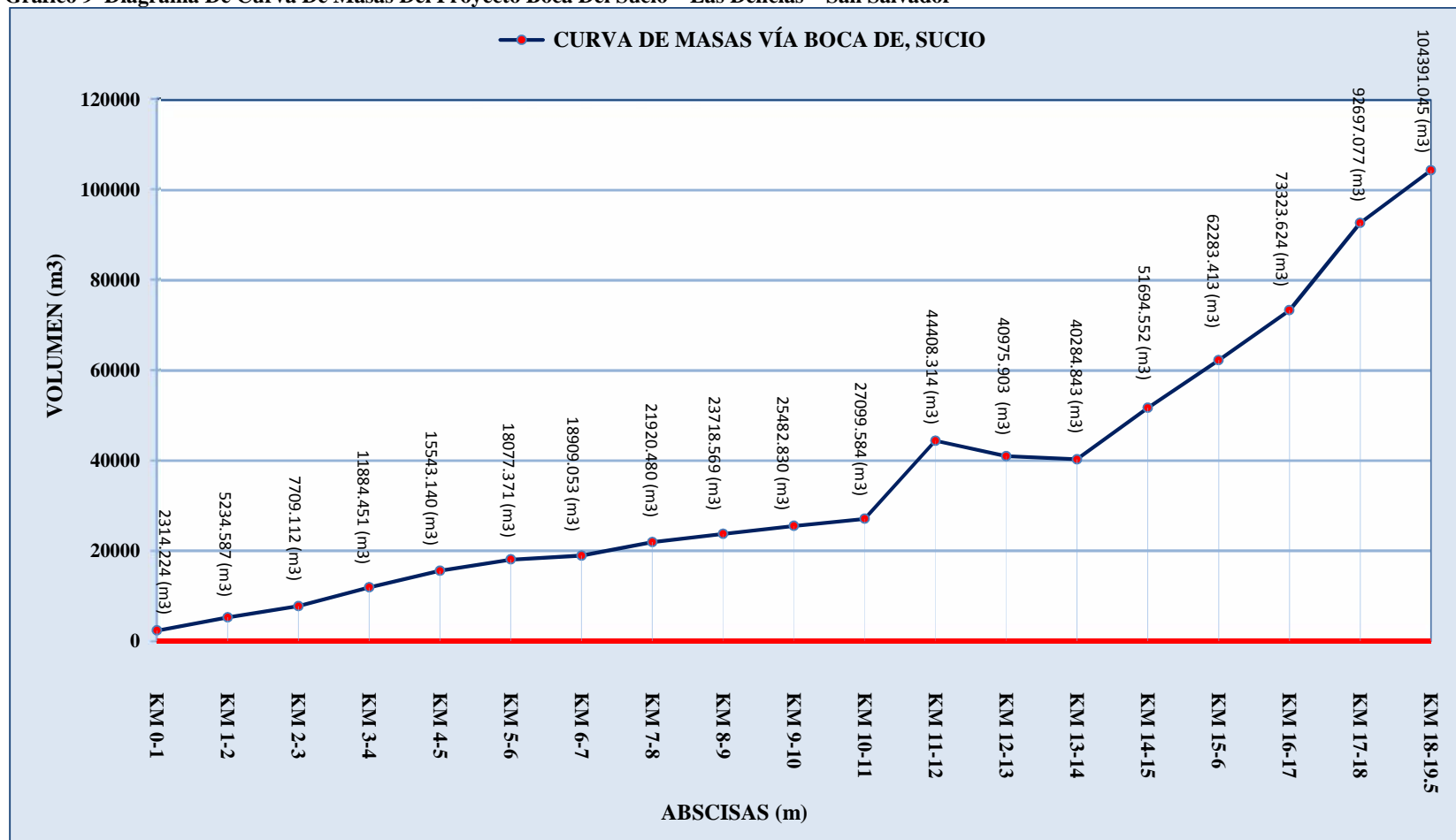
La siguiente tabla muestra los valores de acumulación de volúmenes obtenidos para la elaboración del diagrama de masas.

Tabla 50 Acumulación De Volúmenes

KILÓMETRO #	Corte Acumulado (m³) A	Relleno Acumulado (m³) B	Curva Masa m³ (A+B)
Km 0-1	2630.600	-316.376	2314.224
Km 1-2	5677.661	-443.074	5234.587
Km 2-3	8490.025	-780.913	7709.112
Km 3-4	12675.581	-791.130	11884.451
Km 4-5	16455.598	-912.458	15543.140
Km 5-6	20143.857	-2066.486	18077.371
Km 6-7	21872.444	-2963.391	18909.053
Km 7-8	26767.107	-4846.627	21920.480
Km 8-9	30117.780	-6399.211	23718.569
Km 9-10	32657.368	-7174.538	25482.830
Km 10-11	35414.007	-8314.423	27099.584
Km 11-12	53091.737	-8683.423	44408.314
Km 12-13	54929.107	-13953.204	40975.903
Km 13-14	56057.700	-15772.857	40284.843
Km 14-15	67784.549	-16089.997	51694.552
Km 15-6	79755.881	-17472.468	62283.413
Km 16-17	91866.053	-18542.429	73323.624
Km 17-18	111271.026	-18573.949	92697.077
Km 18-19.5	123054.983	-18663.938	104391.045

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 9 Diagrama De Curva De Masas Del Proyecto Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador



Fuente: Diego Sarabia, 2018

CAPITULO V

5 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

5.1 Generalidades

El presente estudio nos permitirá conocer las características Geológicas y Geotécnicas a lo largo de la vía “Boca del Sucio – Las delicias – San Salvador”; esto con la finalidad de obtener mejores resultados a los estudios realizados, y en el caso de existir factores que puedan afectar a la vía buscar soluciones para conllevar a un mejor desarrollo de esta para las comunidades existentes en la localidad.

5.2 Objetivos

5.2.1 General

Obtener la información Geológica – Geotécnica a fin de permitir una correcta evaluación de la zona de estudio.

5.2.2 Específicos

- Obtener información Geomorfológica a lo largo de la zona de estudio
- Determinar la naturaleza del subsuelo y sus propiedades físico - mecánicas
- Definir y diseñar el tipo de estructura de pavimento requerido para la vía Boca Del Sucio-Las Delicias-San Salvador.
- Analizar la fuente de materiales de construcción para definir la estructura de pavimento para la apertura de la Carretera.
- Analizar y evaluar el ángulo de inclinación de los taludes, de tal manera que estos puedan permanecer estables durante todo el periodo de vida útil de la vía a proyectarse

5.3 Descripción De La Zona De Estudio

El proyecto se localiza hacia el sur-occidente de la ciudad de Esmeraldas, capital de la provincia del mismo nombre, el mismo cuyo diseño definitivo se encuentra conformado por 2 carriles en todo su trazado. El proyecto se ubica en las siguientes coordenadas:

Tabla 51 Coordenadas Ubicación Del Proyecto

SITIO	COORDENADAS UTM		COTA
	N (m)	E (m)	MSNM
INICIO SECTOR BOCA DEL SUCIO (0+000.00)	10'060.617,99	618 561.14	6.80
FIN SECTOR SAN SALVADOR (19+140,384)	10'053.958,58	626 263.80	24.8

Fuente: Diego Sarabia, 2018

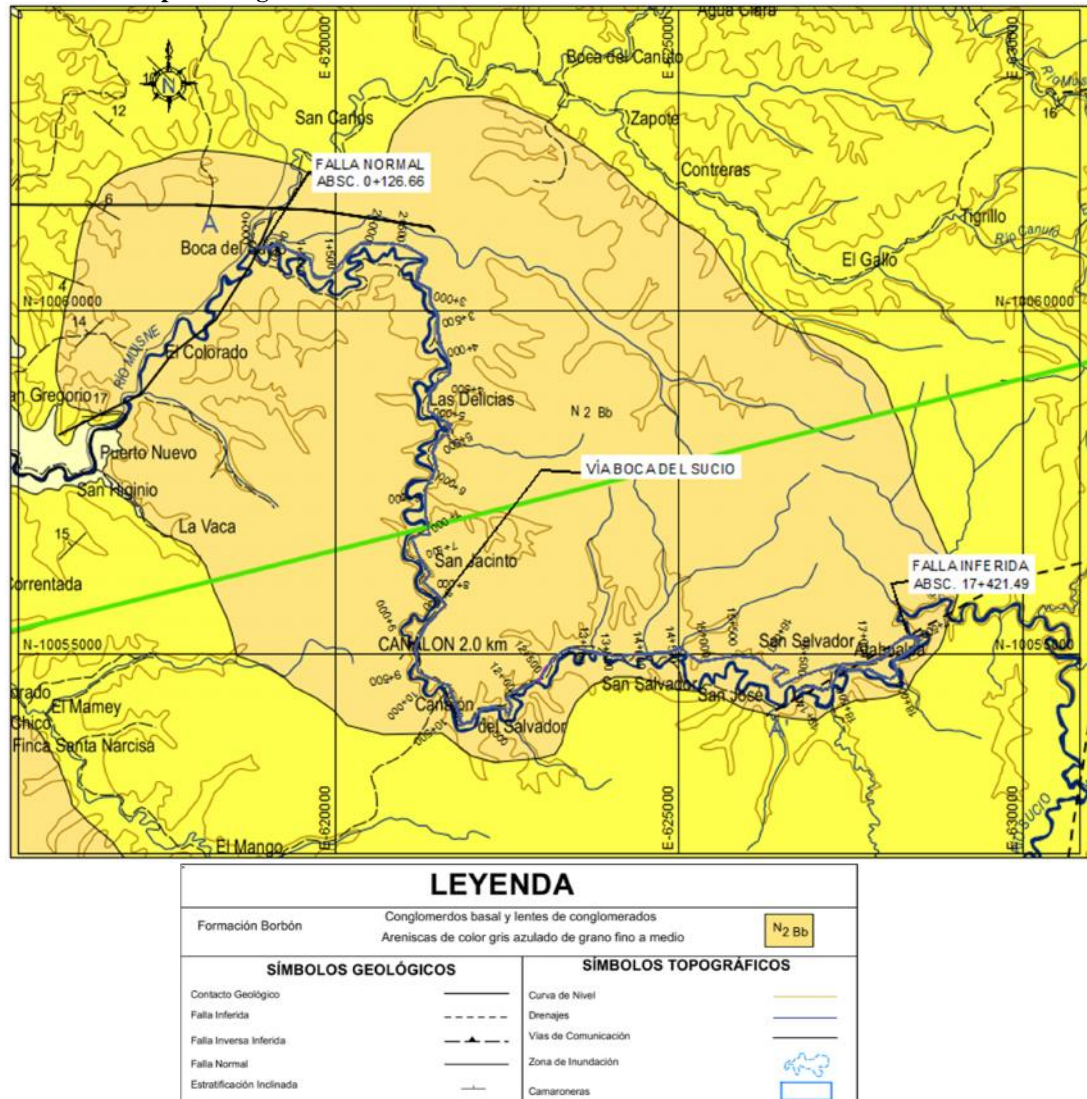
La vía propuesta servirá para el mejoramiento del trazado y capa de rodadura de la vía existente, que se inicia en el sector Boca del Sucio y finaliza en el sector de San Salvador. Tiene una longitud total del trazado aprobado de 19,14 km; el trazado de la vía, en su totalidad tiene una dirección sur-este.

5.3.1 Descripción Tectónica Y Geológica De La Zona De Estudio

Para la presente descripción se ha tomado como cartografía el mapa Geológico del Ecuador hoja 25 (VICHE CT-CIIC-3695) escala 1/50000 emitida por el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero y Metalúrgico (INIGEMM)

El proyector en estudio se encuentra atravesado por una fallas inferida la cual atraviesa la vía por la abscisa 17+421.49 en dirección SE (sur-este) – NW (nor-oeste).y por una falla normal que atraviesa por la abscisa 0+126.66 en dirección N-SE (Norte- Sur Este).

Gráfico 10 Mapa Geológico De La Zona De Estudio

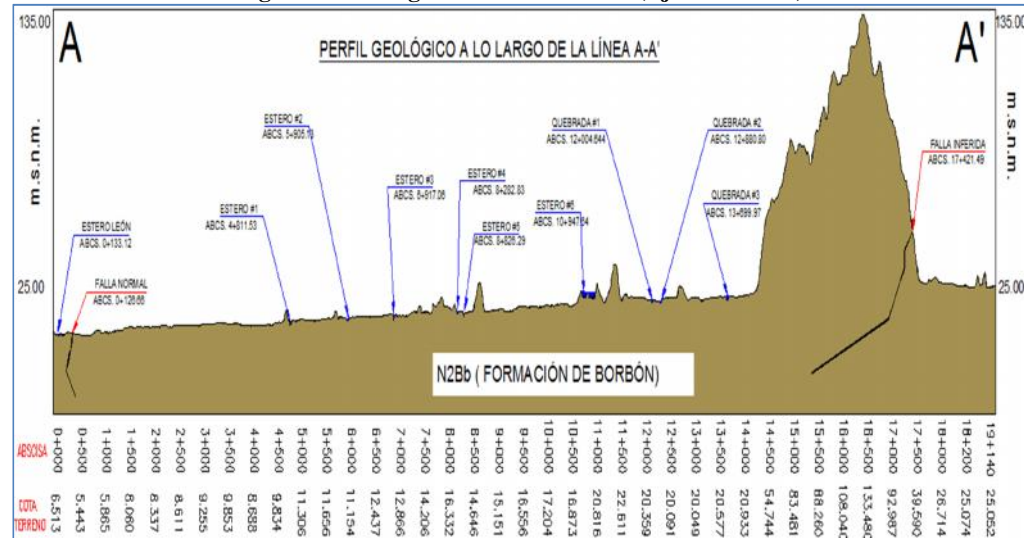


Fuente: INIGEMM Instituto Nacional De Investigación Geológico Minero y Metalúrgico, 2018

La estructura Geológica a lo largo de la vía presenta una sola edad Geológica que es la Formación de Borbón ($N_2 Bb$) correspondiente al periodo cuaternario de la era Cenozoica que nace concordantemente sobre la formación de Onzole. Este tipo de formación ocurre principalmente a lo largo del curso del río sucio y sus afluentes. Sobre el Estero León se producen afloramientos de conglomerados con clastos sobre dondeados de aproximadamente 20 cm de diámetro, los mismos que son muy duros y compactos, además se tiene la presencia de microfósiles formado por conglomerados basal y lentes de conglomerados, areniscas de color gris azulado de grano fina a

medio. A continuación se muestra el perfil geológico a lo largo de todo el eje del proyecto boca del sucio desde la abscisa 0+00 hasta la abscisa 19+140,384.

Gráfico 11 Perfil Geológico A Lo Largo De La Línea A-A' (Eje De La Vía)

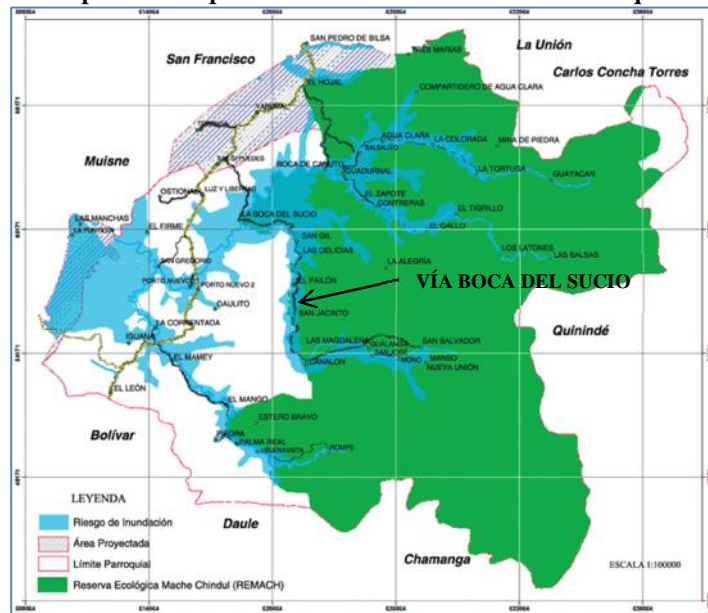


Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.3.2 Susceptibilidad a Inundaciones

Como se muestra en el Gráfico N° 12, la zona de influencia del proyecto se encuentra a orillas del río del Sucio, por lo que el proyecto tiene una alta probabilidad de inundaciones.

Gráfico 12 Mapa De Susceptibilidad A Inundaciones De La Parroquia De San Gregorio



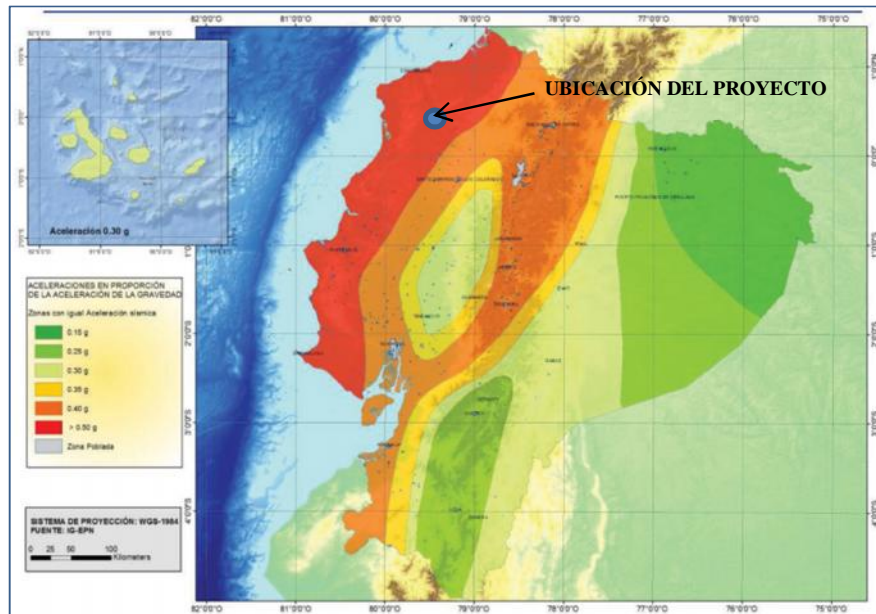
Fuente: GEOPORTAL Gobierno Parroquial De San Gregorio, 2018

A pesar del antecedente descrito anteriormente, las localidades a lo largo del proyecto nos supieron manifestar que en tiempo de crecidas el río no tiende a desbordarse, esto debido a que en las localidades de la Boca del Sucio, Las Delicias y San Salvador existen contruidos muros que evitan que el nivel del agua ingresen hacia estos poblados o peor aún que se produzcan efectos de socavación y sedimentación a orillas de estos.

5.3.3 Susceptibilidad Sísmica

Este tipo de riesgo es muy importante tomar en cuenta, esto debido a que en los últimos tres años se han producido movimientos sísmicos en toda la zona de la costa Ecuatoriana, especialmente el producido el 16 de abril del 2016, en el siguiente gráfico se muestra la zona sísmica en el cual se encuentra ubicado el proyecto.

Gráfico 13 Zonas Sísmicas A Del Ecuador



Fuente: Norma Ecuatoriana De La Construcción NEC, 2015

La zona sísmica en la cual se encuentra ubicado el proyecto es muy alta y es de vital importancia debido a que los diseños de las obras de arte deberán ser verificados a nivel de desempeño sísmico mínimo acorde a lo que establece la Norma Ecuatoriana

de la Construcción (NEC 20015); en la siguiente tabla se establece el valor sísmico de 0.50 que se tomará en cuenta para el diseño de todos estos tipos de estructuras.

Tabla 52 Valores Factor “F” Según Zona Sísmica

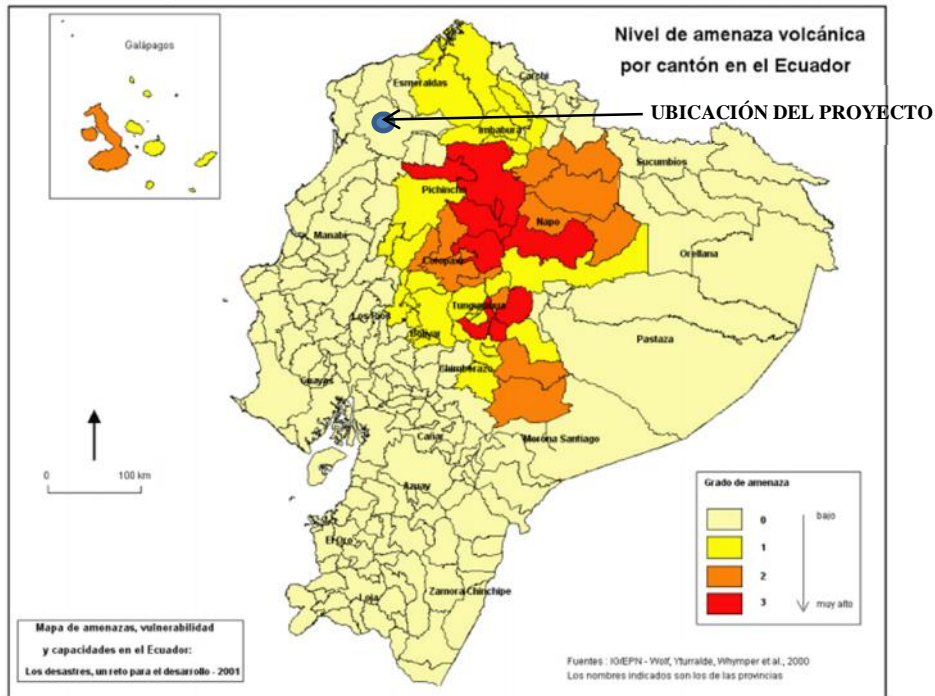
Valores Del Factor Z En Función De La Zona Sísmica						
Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥ 0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: Norma Ecuatoriana De La Construcción NEC, 2015

5.3.4 Susceptibilidad Volcánica

En el proyecto no se encuentra ningún riesgo volcánico a ser tomado en consideración.

Gráfico 14 Mapa De Amenaza Volcánica



Fuente: Norma Ecuatoriana De La Construcción NEC, 2015

Acorde al Grafico N° 14 la vía en estudio se encuentra en la zona 0 es decir no presenta riesgo a presencia de volcanes.

5.4 Estudios Geotécnicos De La Subrasante

Los estudios realizados a la subrasante permitirán establecer las características físicas y mecánicas del suelo para luego poder establecer un adecuado diseño de espesores de pavimento. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES PERU, 2014)

5.4.1 Trabajos En Campo

Se visita el sitio donde se va a construir la vía; con el personal de logística-técnico, ubicándose las calicatas mediante el sistema WGS 84 con un GPS Navegador Marca Garmin Modelo *Etrex 20*.

5.4.1.1 Exploración Del Suelo

Se realizaron excavaciones manuales siguiendo la norma (NTP 339.162 ASTM D420) establecidos para calicatas y trincheras; estas fueron realizadas a lo largo de la vía cada 500m según lo establecido por SOWERS Y SOWERS 1970

Tabla 53 Espaciamiento Aproximado De Sondeos

Tipo De Proyecto	Espaciamiento (m)
Edificios Multi pisos	10 -- 30
Edificios Industrial De Una Planta	20 -- 60
Carreteras	250 -- 500
Presas Y Diques	40 -- 80

Fuente: Principios De La Ingeniería De Cimentaciones Braja M Das, 2006

Esta exploración del subsuelo se lo realizó hasta una profundidad de 0.50 hasta 1.50 m por debajo del terreno existente en donde se realizó el ensayo D.C.P (*Dynamic Cone Penetration*), obteniéndose la cantidad de 19 ensayos.

A continuación se presenta un resumen de los ensayos DCP realizados con su respectiva abscisa. **ANEXO N° 8: Ensayos De Laboratorio DCP**

Tabla 54 Resumen Resultados De Ensayos DCP Vía Boca Del Suctio

Ensayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Abscisa	0+500	1+500	2+500	3+500	4+500	5+500	6+500	7+500	8+500	9+500
Lado De Muestreo	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.
Número Dinámico	34.84	59.94	39.97	36.08	36.08	39.32	39.32	28.83	53.95	64.51
CBR	4.94	2.41	4.12	4.72	4.72	4.21	4.21	6.35	2.77	2.19
Ensayo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Abscisa	10+500	11+500	12+500	13+500	14+500	15+500	16+500	17+500	18+200	
Lado De Muestreo	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	Der.	
Número Dinámico	46.48	58.73	40.99	30.20	31.79	31.19	37.16	64.95	45.20	
CBR	3.38	2.48	3.99	5.97	5.72	5.73	4.54	2.17	3.50	

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

5.4.1.2 Calicatas

Las calicatas estarán realizadas acorde a la norma (NTP 339.162 ASTM D420) cada 500m a 0.50m 1.00m, 1.50m de profundidad.

Las muestras fueron clasificadas para identificar las características de los materiales encontrados y fueron sometidos a los ensayos estándar de humedad natural, granulometría, límites de consistencia, peso específico y compactación, a fin de determinar su idoneidad para formar parte de la infraestructura de la carretera.

ANEXO N° 8: Ensayos De Laboratorio CBR

Tabla 55 Resumen Resultados De Ensayos Cbr Vía Boca Del Suctio

ENSAYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ABSCISA	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000	5+000	6+000	7+000	8+000	9+000
CBR DENSIDAD PROCTOR 90 %	3.10	2.75	1.75	2.35	1.45	1.90	2.30	2.22	4.35	2.85
CBR DENSIDAD PROCTOR 95%	5.30	4.00	2.34	3.50	2.00	2.80	3.80	3.50	7.15	5.30
ENSAYO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ABSCISA	10+000	11+000	12+000	13+000	14+000	15+000	16+000	17+000	18+000	
CBR DENSIDAD PROCTOR 90 %	3.10	3.80	3.60	3.00	2.70	2.90	2.10	2.30	2.70	
CBR DENSIDAD PROCTOR 95%	4.90	4.50	5.90	5.50	4.90	4.70	3.80	3.45	4.10	

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

5.4.2 Normas Utilizadas Y Ensayos De Laboratorio

El procedimiento de laboratorio tiende a complementar las labores de campo, para lo cual se realizan los correspondientes ensayos de laboratorio en las muestras extraídas; cumpliendo normas American Society Testing Materials (ASTM). A continuación se enumeran los ensayos realizados junto con su norma utilizada.

- Ensayo DCP – Norma ASTM D 6951-09
- Contenido de humedad – Norma ASTM D 2216
- Límite de Consistencia – Norma ASTM D4318
- Límite Líquido
- Límite Plástico
- Tamiz 200 – Norma ASTM D 422
- Proctor Modificado – Norma ASTM D1557
- CBR – Norma ASTM D 1883
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) – Norma ASTM D 2487
- Clasificación de Suelos (AASHTO) – Norma ASTM D 3282

5.4.3 Descripción Del Subsuelo

De acuerdo a los estudios geológicos-geotécnico, se determina que el material de la Subrasante está compuesto por Suelos A-7-5, A-7-6, A-3, A-4, A-5 y A-6 catalogados entre suelos regulares a malos según la clasificación AASHTO, correspondientes a suelos tipo Arcillas de Alta Plasticidad (CH), Limos de Alta Plasticidad (MH), Arenas con Arcilla (SC) acorde a clasificación SUCS. A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos en laboratorio. Cabe mencionar que no existe la presencia de nivel freático.

Tabla 56 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio

RESUMEN ENSAYOS CLASIFICACIÓN SUCS VÍA BOCA DEL SUCIO																
#	PROF.	ABSCISA	MARGEN	NORTE	ESTE	SUCS	AASTHO	H. NATURAL	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA				
									LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE PLÁSTICO	ÍNDICE DE GRUPO	3"	4	10	40	200
1	0.50 m	0+000	Derecho	618562	10060614	CH	A-7-5	28.23%	66.48%	36.14	20	100	100	100	100	78
	1.00 m	0+000	Derecho	618562	10060614	MH	A-7-5	31.87%	60.43%	18.92	16	100	100	100	100	80
	1.50 m	0+000	Derecho	618562	10060614	CH	A-7-6	34.15%	68.58%	41.06	20	100	100	100	100	78
2	0.50 m	0+500	Derecho	619013	10060581	CH	A-7-6	65.03%	62.90%	39.18	20	100	100	100	100	96
	1.00 m	0+500	Derecho	619013	10060581	CH	A-7-6	64.73%	68.83%	41.38	20	100	100	100	100	98
	1.50 m	0+500	Derecho	619013	10060581	CH	A-7-6	67.96%	63.85%	42.69	20	100	100	100	100	98
3	0.50 m	1+000	Derecho	619478	10060411	CH	A-7-6	17.26%	0.00%	0.00	0	100	100	100	100	98
	1.00 m	1+000	Derecho	619478	10060411	CH	A-7-6	42.24%	78.97%	52.81	20	100	100	100	100	96
	1.50 m	1+000	Derecho	619478	10060411	CH	A-7-6	79.62%	70.27%	44.81	20	100	100	100	100	98
4	0.50 m	1+500	Derecho	619969	10060449	ML	A-4	41.87%	0.00%	0.00	8	100	100	100	100	94
	1.00 m	1+500	Derecho	619969	10060449	ML	A-4	47.17%	0.00%	0.00	8	100	100	100	100	97
	1.50 m	1+500	Derecho	619969	10060449	MH	A-5	49.32%	53.87%	9.17	11	100	100	100	100	97
5	0.50 m	2+000	Derecho	620406	10060608	CH	A-7-6	49.61%	70.98%	47.64	20	100	100	100	100	98
	1.00 m	2+000	Derecho	620406	10060608	CH	A-7-6	55.30%	72.78%	51.57	20	100	100	100	100	98
	1.50 m	2+000	Derecho	620406	10060608	CH	A-7-6	50.42%	66.07%	41.00	20	100	100	100	100	98
6	0.50 m	2+500	Derecho	620841	10060425	MH	A-7-5	43.01%	70.06%	34.37	20	100	100	100	100	88
	1.00 m	2+500	Derecho	620841	10060425	CH	A-7-5	44.39%	81.47%	44.88	20	100	100	100	100	79
	1.50 m	2+500	Derecho	620841	10060425	MH	A-7-5	43.07%	66.28%	33.13	20	100	100	100	100	75
7	0.50 m	3+000	Derecho	620925	10060198	MH	A-7-5	31.16%	68.46%	28.72	19	100	100	100	100	84
	1.00 m	3+000	Derecho	620925	10060198	CH	A-7-6	39.35%	62.72%	33.35	20	100	100	100	100	81
	1.50 m	3+000	Derecho	620925	10060198	CH	A-7-6	42.46%	68.16%	42.54	20	100	100	100	100	78
8	0.50 m	3+500	Derecho	621115	10059763	CH	A-7-6	40.58%	71.05%	41.58	20	100	100	100	100	96
	1.00 m	3+500	Derecho	621115	10059763	MH	A-7-5	56.85%	94.62%	51.90	20	100	100	100	100	85
	1.50 m	3+500	Derecho	621115	10059763	MH	A-7-5	56.45%	87.16%	40.63	20	100	100	100	100	93
9	0.50 m	4+000	Derecho	621321	10059335	MH	A-7-5	28.23%	52.26%	13.81	12	100	100	100	100	78
	1.00 m	4+000	Derecho	621321	10059335	CH	A-7-6	31.83%	57.27%	30.46	19	100	100	100	100	80
	1.50 m	4+000	Derecho	621321	10059335	CH	A-7-6	34.15%	72.09%	47.93	20	100	100	100	100	78

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Tabla 57 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio

RESUMEN ENSAYOS CLASIFICACIÓN SUCS VÍA BOCA DEL SUCIO																
#	PROF.	ABSCISA	MARGEN	NORTE	ESTE	SUCS	AASTHO	H. NATURAL	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA				
									LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE PLÁSTICO	ÍNDICE DE GRUPO	3"	4	10	40	200
10	0.50 m	4+500	Derecho	621518	10058893	MH	A-7-5	40.99%	80.90%	41.43	20	100	100	100	100	98
	1.00 m	4+500	Derecho	621518	10058893	MH	A-7-5	50.09%	74.26%	35.85	20	100	100	100	100	97
	1.50 m	4+500	Derecho	621518	10058893	CH	A-7-6	51.08%	71.13%	45.92	20	100	100	100	100	97
11	0.50 m	5+000	Derecho	621237	10058570	CH	A-7-6	69.11%	63.58%	34.41	20	100	100	100	100	85
	1.00 m	5+000	Derecho	621237	10058570	MH	A-7-5	73.04%	72.33%	27.91	19	100	100	99	95	87
	1.50 m	5+000	Derecho	621237	10058570	SC	A-7-6	79.62%	74.02%	44.73	10	100	95	87	70	47
12	0.50 m	5+500	Derecho	621245	10058126	MH	A-7-5	53.80%	72.06%	35.75	20	100	100	100	100	91
	1.00 m	5+500	Derecho	621245	10058126	MH	A-7-5	50.78%	70.38%	35.11	20	100	100	100	100	92
	1.50 m	5+500	Derecho	621245	10058126	CH	A-7-6	62.69%	68.72%	39.41	20	100	100	100	100	97
13	0.50 m	6+000	Derecho	621344	10057716	CH	A-7-6	69.11%	64.52%	37.02	20	100	100	100	100	85
	1.00 m	6+000	Derecho	621344	10057716	CH	A-7-6	73.04%	59.14%	29.97	20	100	100	99	95	87
	1.50 m	6+000	Derecho	621344	10057716	SC	A-7-5	79.62%	68.48%	35.98	10	100	95	87	70	47
14	0.50 m	6+500	Derecho	621276	10057278	CH	A-7-6	29.51%	58.33%	28.86	19	100	100	100	96	83
	1.00 m	6+500	Derecho	621276	10057278	CH	A-7-6	21.78%	62.46%	36.17	20	100	100	100	94	84
	1.50 m	6+500	Derecho	621276	10057278	CH	A-7-6	23.75%	68.07%	40.44	20	100	100	100	97	90
15	0.50 m	7+000	Derecho	621105	10056881	CH	A-7-6	33.91%	61.73%	32.99	20	100	100	100	90	74
	1.00 m	7+000	Derecho	621105	10056881	CH	A-7-6	43.23%	62.68%	33.16	20	100	100	100	92	74
	1.50 m	7+000	Derecho	621105	10056881	CH	A-7-6	41.48%	59.40%	30.00	19	100	100	100	91	71
16	0.50 m	7+500	Derecho	621143	10056391	MH	A-7-5	33.42%	69.25%	16.07	14	100	100	100	97	84
	1.00 m	7+500	Derecho	621143	10056391	CH	A-7-6	37.95%	68.87%	40.54	20	100	100	100	98	88
	1.50 m	7+500	Derecho	621143	10056391	CH	A-7-6	41.30%	75.19%	46.70	20	100	100	100	98	91
17	0.50 m	8+000	Derecho	621111	10055958	MH	A-7-5	43.44%	58.60%	28.16	19	100	100	100	100	92
	1.00 m	8+000	Derecho	621111	10055958	CH	A-7-6	46.09%	61.40%	36.07	20	100	100	100	100	92
	1.50 m	8+000	Derecho	621111	10055958	CH	A-7-6	44.80%	88.04%	62.68	20	100	100	100	100	90
18	0.50 m	8+500	Derecho	621164	10055562	CH	A-7-5	59.87%	67.37%	36.81	20	100	100	100	100	98
	1.00 m	8+500	Derecho	621164	10055562	CH	A-7-6	56.98%	61.43%	35.78	20	100	100	100	100	98
	1.50 m	8+500	Derecho	621164	10055562	CH	A-7-6	53.01%	60.95%	31.31	20	100	100	100	100	98

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Tabla 58 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio

#	PROF.	ABSCISA	MARGEN	NORTE	ESTE	SUCS	AASHTO	H. NATURAL	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA				
									LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE PLÁSTICO	ÍNDICE DE GRUPO	3"	4	10	40	200
19	0.50 m	9+000	Derecho	621149	10055190	CH	A-7-6	48.86%	74.36%	51.97	20	100	100	100	100	97
	1.00 m	9+000	Derecho	621149	10055190	CH	A-7-6	53.49%	80.03%	55.53	20	100	100	100	100	98
	1.50 m	9+000	Derecho	621149	10055190	MH	A-7-5	61.84%	73.18%	35.75	20	100	100	100	100	97
20	0.50 m	9+500	Derecho	620996	10054755	SC	A-7-6	31.61%	70.09%	43.93	10	100	100	100	97	46
	1.00 m	9+500	Derecho	620996	10054755	CH	A-7-6	36.00%	72.61	42.90	11	100	100	100	100	49
	1.50 m	9+500	Derecho	620996	10054755	MH	A-7-5	32.38%	69.63%	21.38	16	100	100	100	97	72
21	0.50 m	10+000	Derecho	621069	10054274	MH	A-7-5	36.54%	75.57%	30.88	17	100	100	100	97	66
	1.00 m	10+000	Derecho	621069	10054274	CH	A-7-5	44.34%	65.48%	34.97	18	100	100	100	100	67
	1.50 m	10+000	Derecho	621069	10054274	CH	A-7-6	45.19%	78.67%	56.78	17	100	100	100	97	66
22	0.50 m	10+500	Derecho	621445	10053985	SM	A-4	29.34%	0.00%	0.00	2	88	76	64	56	45
	1.00 m	10+500	Derecho	621445	10053985	SM	A-2-4	21.96%	0.00%	0.00	0	78	66	56	48	30
	1.50 m	10+500	Derecho	621445	10053985	SM	A-2-4	24.60%	0.00%	0.00	0	89	71	60	50	33
23	0.50 m	11+000	Derecho	621868	10053891	CH	A-7-6	54.47%	64.86%	40.83	20	100	100	100	100	97
	1.00 m	11+000	Derecho	621868	10053891	SC	A-2-7	55.64%	83.37%	55.30	0	100	97	86	59	9
	1.50 m	11+000	Derecho	621868	10053891	SM	A-3	59.69%	0.00%	0.00	0	100	100	81	55	9
24	0.50 m	11+500	Derecho	622265	10054071	MH	A-7-5	53.62%	63.88	24.56	18	100	100	100	100	99
	1.00 m	11+500	Derecho	622265	10054071	CH	A-7-6	57.62%	76.68%	52.28	20	100	100	100	100	98
	1.50 m	11+500	Derecho	622265	10054071	CH	A-7-6	58.48%	71.99%	45.56	20	100	100	100	100	99
25	0.50 m	12+000	Derecho	622720	10054261	CH	A-7-6	38.96%	59.96%	34.27	20	100	100	100	98	76
	1.00 m	12+000	Derecho	622720	10054261	CH	A-7-5	36.89%	72.89%	40.45	20	100	100	100	99	77
	1.50 m	12+000	Derecho	622720	10054261	ML	A-4	39.57%	0.00%	0.00	8	100	100	100	98	76
26	0.50 m	12+500	Derecho	623068	10054592	CH	A-7-5	38.42%	82.43	51.02	20	100	100	100	100	96
	1.00 m	12+500	Derecho	623068	10054592	MH	A-7-5	53.86%	82.41	34.84	20	100	100	100	100	97
	1.50 m	12+500	Derecho	623068	10054592	CH	A-7-6	52.62%	58.29	32.12	20	100	100	100	100	96
27	0.50 m	13+000	Derecho	623529	10054680	CH	A-7-5	40.01%	70.31%	37.51	20	100	100	100	99	94
	1.00 m	13+000	Derecho	623529	10054680	ML	A-4	43.23%	0.00%	0.00	8	100	100	100	98	95
	1.50 m	13+000	Derecho	623529	10054680	ML	A-4	42.23%	0.00%	0.00	8	100	100	100	99	95
28	0.50 m	13+500	Derecho	624017	10054592	CH	A-7-6	38.45%	71.17%	45.94	20	100	100	100	99	84
	1.00 m	13+500	Derecho	624017	10054592	MH	A-7-5	37.26%	77.94%	39.57	20	100	100	100	99	84
	1.50 m	13+500	Derecho	624017	10054592	CH	A-7-5	37.54%	84.24%	53.55	20	100	100	100	98	85

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Tabla 59 Resumen Ensayos Clasificación SUCS – AASHTO Vía Boca Del Sucio

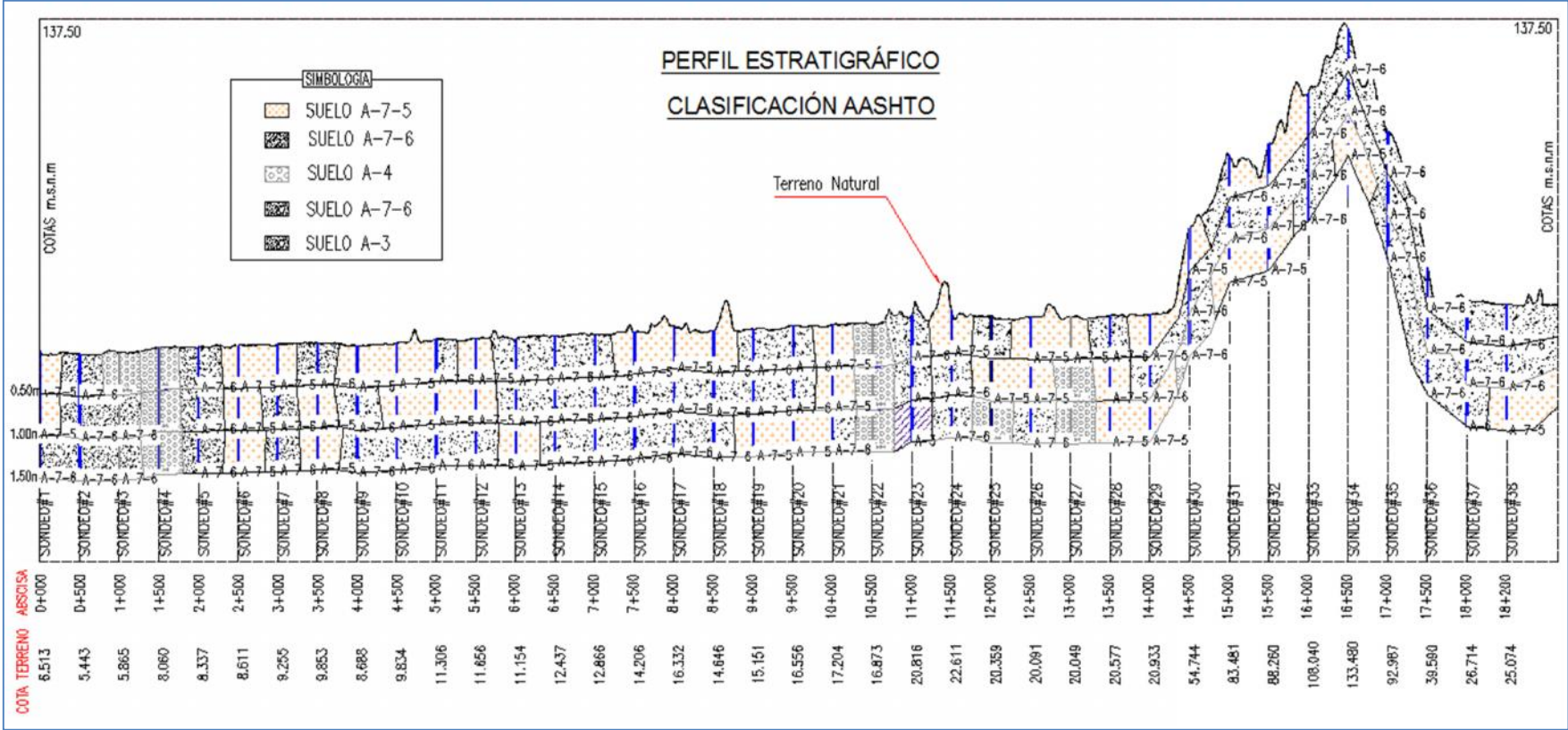
#	PROF.	ABSCISA	MARGEN	NORTE	ESTE	SUCS	AASHTO	H. NATURAL	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA				
									LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE PLÁSTICO	ÍNDICE DE GRUPO	3"	4	10	40	200
29	0.50 m	14+000	Derecho	624505	10054610	MH	A-7-5	41.17%	77.12%	32.84	20	100	100	100	98	95
	1.00 m	14+000	Derecho	624505	10054610	CH	A-7-6	37.80%	72.83	43.12	20	100	100	100	96	94
	1.50 m	14+000	Derecho	624505	10054610	CH	A-7-5	40.06%	68.59%	38.25	20	100	100	100	98	95
30	0.50 m	14+500	Derecho	624974	10054698	MH	A-7-5	37.53%	54.37%	14.32	13	100	100	100	97	94
	1.00 m	14+500	Derecho	624974	10054698	CH	A-7-6	34.73%	61.69%	36.29	20	100	100	100	100	96
	1.50 m	14+500	Derecho	624974	10054698	CH	A-7-6	35.60%	75.17%	45.66	20	100	100	100	98	94
31	0.50 m	15+000	Derecho	625438	10054782	CH	A-7-6	36.05%	73.31%	47.83	20	100	100	100	100	93
	1.00 m	15+000	Derecho	625438	10054782	CH	A-7-6	60.78%	35.33%	20.00	100	100	100	100	100	93
	1.50 m	15+000	Derecho	625438	10054782	CH	A-7-5	37.48%	68.38%	37.74	20	100	100	100	100	95
32	0.50 m	15+500	Derecho	625898	10054954	MH	A-7-5	50.08%	75.41%	26.55	19	100	100	100	100	97
	1.00 m	15+500	Derecho	625898	10054954	CH	A-7-6	46.28%	61.18%	36.52	20	100	100	100	98	95
	1.50 m	15+500	Derecho	625898	10054954	CH	A-7-5	46.96%	73.48%	42.05	20	100	100	100	99	95
33	0.50 m	16+000	Derecho	626309	10055109	CH	A-7-6	42.99%	58.98	36.33	20	100	100	100	95	86
	1.00 m	16+000	Derecho	626309	10055109	CH	A-7-6	42.80%	65.21%	46.76	20	100	100	100	95	86
	1.50 m	16+000	Derecho	626309	10055109	CH	A-7-6	41.91%	61.69%	33.67	20	100	97	97	89	76
34	0.50 m	16+500	Derecho	626684	10055036	CH	A-7-6	40.45%	71.60%	46.14	20	100	100	100	100	96
	1.00 m	16+500	Derecho	626684	10055036	CH	A-7-6	34.06%	39.14%	44.57	20	100	100	100	100	96
	1.50 m	16+500	Derecho	626684	10055036	MH	A-7-5	31.70%	66.91%	31.38	20	100	100	100	100	96
35	0.50 m	17+000	Derecho	626983	10054733	MH	A-7-5	37.79%	57.60	26.40	18	100	100	100	100	87
	1.00 m	17+000	Derecho	626983	10054733	CH	A-7-6	40.57%	56.26	33.41	19	100	100	100	100	90
	1.50 m	17+000	Derecho	626983	10054733	CH	A-7-6	40.68%	68.64	40.20	20	100	100	100	100	95
36	0.50 m	17+500	Derecho	627383	10054506	CH	A-7-6	38.72%	68.98%	42.58	20	100	100	100	100	94
	1.00 m	17+500	Derecho	627383	10054506	CH	A-7-6	38.48%	72.09%	45.42	20	100	100	100	100	96
	1.50 m	17+500	Derecho	627383	10054506	CH	A-7-6	39.66%	80.60%	53.30	20	100	100	100	100	96
37	0.50 m	18+000	Derecho	627009	10054298	ML	A-7-6	30.91%	43.76%	16.19	6	100	100	100	100	51
	1.00 m	18+000	Derecho	627009	10054298	SC	A-7-6	29.94%	73.68%	51.67	8	100	100	100	100	43
	1.50 m	18+000	Derecho	627009	10054298	SC	A-6	34.45%	35.20%	13.69	2	100	100	100	100	39
38	0.50 m	18+200	Derecho	626677	10054114	CH	A-7-6	34.81%	65.58%	38.16	17	100	100	100	100	65
	1.00 m	18+200	Derecho	626677	10054114	CH	A-7-6	37.01%	80.08	51.79	16	100	100	100	100	60
	1.50 m	18+200	Derecho	626677	10054114	MH	A-7-5	42.38%	74.67%	27.66	17	100	100	100	100	69

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

5.4.4 Estratigrafía

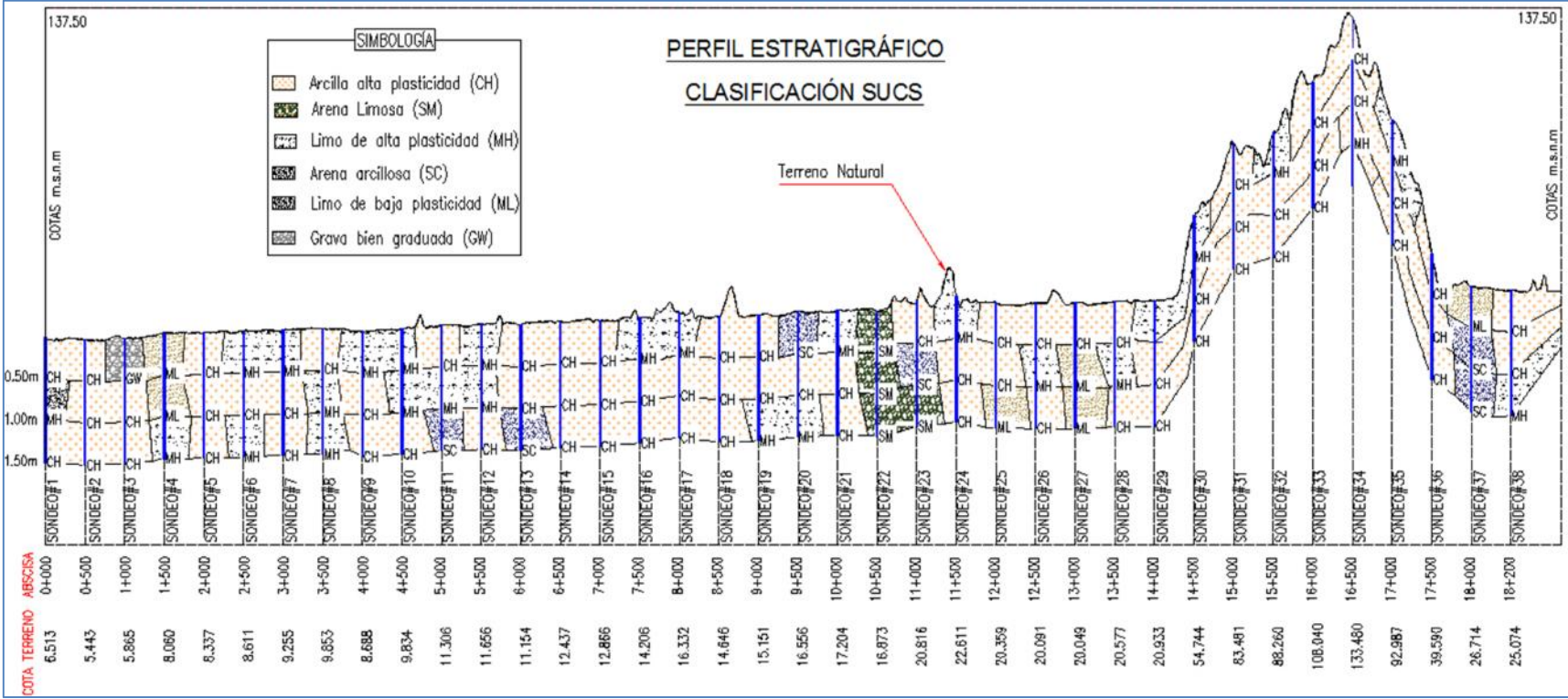
Mediante la topografía obtenida se procede a realizar el perfil estratigráfico de acuerdo a los sistemas de clasificación de suelos AASHTO Y SUCS como se indica en los siguientes gráficos:

Gráfico 15 Perfil Estratigráfico De Clasificación De Suelos AASHTO



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 16 Perfil Estratigráfico De Clasificación De Suelos SUCS



Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.5 Taludes

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 236). A lo largo de la vía de estudio los taludes que se presentan no sobrepasan los 5m de altura, para lo cual tenemos que en la abscisa 15+780 se presenta el talud con una de 2.81m y en la abscisa 17+360 una altura de 4.25m.

5.5.1 Trabajos De Campo Y Ensayos De Laboratorio

En la exploración de campo se ejecutaron calicatas y trincheras, las calicatas se ubicaron al pie del talud a una profundidad de 1.50m con dimensiones aproximadas de 30x30x30 cm, los mismos que fueron protegidos para evitar la pérdida de humedad hasta llegar al laboratorio. (BRAJA M. DAS, 1999)

Los ensayos Triaxiales U-U se realizaron bajo Normas (ASTM D 2850) / AASHTO T296-94 este ensayo consiste en cargar una muestra de suelo en sus tres ejes, sobre la cual se aplica una presión de confinamiento mediante un fluido, generalmente agua o glicerina. Esto produce una consolidación isotrópica, adicionalmente se le aplica un esfuerzo en la dirección axial para provocar la falla. (BRAJA M. DAS, 1999)

En este ensayo no se permite el drenaje de la muestra, por lo tanto no existe cambio volumétrico y se generan presiones de poro que pueden aumentar o disminuir la resistencia al corte de la muestra (BRAJA M. DAS, 1999) **ANEXO N°9: Ensayos De Laboratorio Triaxiales.**

A continuación se muestra los resultados obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio.

Tabla 60 Resumen Resultados Ensayos Triaxial

Triaxial 1 Absc. 15+780	Triaxial 2 Absc. 17+360
Profundidad 1.50m	Profundidad 1.50m
$\gamma_1=0.70 \text{ ton/m}^3$	$\gamma_2=0.75 \text{ ton/m}^3$
$C_1=0.56 \text{ kg/cm}^2$	$C_2=0.31 \text{ kg/cm}^2$
$= 7.70^\circ$	$= 8.50^\circ$

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Gráfico 17 Ubicación De Ensayos Triaxiales



Fuente: Google Earth, 2018

5.5.2 Estabilidad De Los Taludes

Para definir la inclinación a realizarse en los taludes mencionados y con los parámetros de corte obtenidos nos basaremos en el criterio del ángulo de reposo crítico “ ϕ_c ” a partir del cual determinaremos el factor de seguridad más crítico obtenido del diseño vertical en las abscisas 15+780 y 17+360, esta simplificación se hace por lo complicado de los ensayos necesarios para determinar el ángulo de fricción crítico (ϕ_c) comparado con los métodos para obtener (ϕ reposo), para una estimación directa de dicho ángulo. (BRAJA M. DAS, 1999, p. 340). Según la teoría de Rankine la resistencia cortante de un suelo (S), depende de factores como la cohesión, ángulo de fricción esfuerzos laterales, peso específico y condiciones de

drenaje del suelo (BRAJA M. DAS, 1999, p. 357)`, de esta manera se establece las siguientes ecuaciones.

$$S = c + \sigma' \tan \phi \quad \text{Ec. 25}$$

$$\theta = 45 + \frac{\phi}{2} \quad \text{Ec. 26}$$

Dónde:

$$c = \text{cohesión (N/m}^2\text{)}$$

$$\phi = \text{Ángulo de fricción (}^\circ\text{)}$$

$$\sigma' = \text{Esfuerzo normal efectivo (Pa)}$$

$$\theta = \text{Ángulo de reposo crítico (}^\circ\text{)}$$

De esta manera se obtiene los siguientes resultados:

Triaxial No 1: $\phi = 7.70^\circ$

$$\theta = 45 + \frac{\phi}{2} \quad , \quad \theta = 45 + \frac{7.70}{2} = 48.85^\circ \text{ (Ángulo de reposo)}$$

$$\tan \theta = \frac{Y}{X} \quad , \quad X = 1 \text{ (Distancia horizontal del talud)}$$

Reemplazando:

$$Y = X \tan 48.85 \quad , \quad Y = 1.04 = 1.00 \text{ (Distancia vertical del talud)}$$

Triaxial No 2: $\phi = 8.50^\circ$

$$\theta = 45 + \frac{\phi}{2} \quad , \quad \theta = 45 + \frac{8.50}{2} = 49.25^\circ \text{ (Ángulo de reposo)}$$

$$\tan \theta = \frac{Y}{X} \quad , \quad X = 1 \text{ (Distancia horizontal del talud)}$$

Reemplazando:

$$Y = X \tan 49.25 \quad , \quad Y = 1.06 = 1.00 \text{ (Distancia vertical del talud)}$$

Una vez determinada los taludes en base a los resultados de los triaxiales, el MOP 2003 en su manual de Diseño de Carreteras establece que en terrenos planos se recomiendan taludes 1:1 para corte y para relleno 1.5:1, como si indica en el siguiente cuadro. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 236)

Tabla 61 Valores De Diseño Recomendado En Los Taludes En Terrenos planos

Clase De Carretera			Talud	
			Corte	Relleno
R-I o	R-II >	8000 TPDA	3:1 * **	4:1 * **
I	3000 a	8000 TPDA	3:1	4:1
II	1000 a	3000 TPDA	2:1	3:1
III	300 a	1000 TPDA	2:1	2:1
IV	100 a	300 TPDA	1.8-1:1	1.5-2:1
V	MENOS DE	100 TPDA	1.8-1:1	1.5-2:1

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Para el proyecto se recomienda utilizar los taludes para corte de 1:1.20 (H: V) en las abscisas de cálculo y en el resto de la vía en donde se compruebe que el suelo sea similar; caso contrario se utilizará taludes para corte de 1:1 (H: V). Los taludes de relleno serán para ambos casos de 1.5:1 (H: V) como establece el Ministerio de Obras Públicas para terrenos planos.

5.6 Fuentes De Materiales

Para precisar las fuentes de materiales que servirán para la construcción de la estructura del pavimento y obras de arte, se estudió tres alternativas debido a su cercanía y disponibilidad de materiales las cuales se describen a continuación:

Tabla 62 Ubicación – Distancia De Minas Estudiadas

Nombre Mina	Coordenadas		Distancia Proyecto
	Norte	Este	
Mina San Mateo	10097492	652055	90 km
Mina Valle Esmeraldeño	10070917	651516	110 km
Mina Sr Danilo Zambrano	10053511	612796	98 km

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 18 Ubicación Minas Estudiadas



Fuente: Google Earth, 2018

Debido a que se cuenta con una licencia ambiental de funcionamiento y la proximidad a los materiales, se ha escogido como cantera de aportación de materiales la de San Mateo.

Para esta mina, se han tomado muestras en campo de las respectivas minas **ANEXO N°10: Ensayos De Laboratorio Fuente de Materiales.**, y de esta manera se procede al traslado y realización de ensayos que determinan la calidad de los materiales, su volumen y distancia al centro de gravedad del proyecto, para determinar las condiciones específicas que nos lleven a determinar la mina elegida que represente el menor costo y la calidad mínima exigida en los trabajos de construcción, para lo cual San Mateo cumple requerimientos mínimos establecidos, por parte de las normativas del INEN Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización, y MTOP, así como Normas ASTM vigentes:

5.6.1 Resultados De Las Pruebas De Granulometrías Y Abrasión

Se realizaron las siguientes pruebas a las muestras obtenidas de la mina seleccionada:

- Ensayos de Granulometría
- Ensayo de durabilidad (abrasión) del agregado grueso.
- Ensayo de desgaste por sulfatos

La determinación de la calidad de los Materiales se los realizaron en el laboratorio de LABSCOTEST entidad que realizó las correspondientes pruebas a las muestras de agregado.

Con lo que se analizan muestras para granulometría, según lo establecido por parte del MTOP, en las secciones 404-1.2 para la Base y sección 403-1.1 para la Sub-base y ensayo de abrasión en la Máquina de los Ángeles Normas AASHTO T-96 INEN 860 y 861.

5.6.1.1 Sub - base

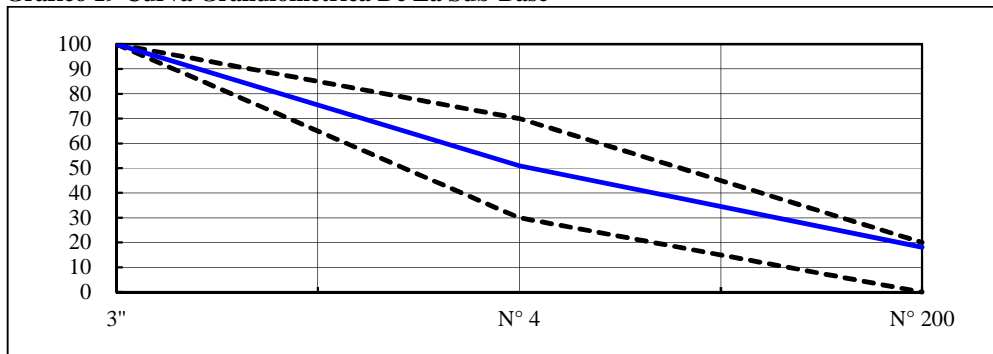
La clase de sub-base que deba utilizarse deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. (MOP-001-F, 2002, p. 242). A continuación se muestran los resultados obtenidos para la sub-base.

Tabla 63 Granulometría De La Sub Base

TAMIZ	ABERTURA	RET. PARCIAL	RET. ACUM.	%	%	LIMITES	
Nº	(mm)	(g)	(g)	RETENIDO	QUE PASA	Mín.	Máx.
3 1/2"	88.8	0	0	0.0	100.0		
3"	76.2	0	0	0.0	100.0	100	100
Nº 4	4.76	18194	18194	49.1	50.9	30	70
Nº 200	0.075	12154	30348	81.9	18.1	0	20
BANDEJA		6725	37073	100.0	0.0		

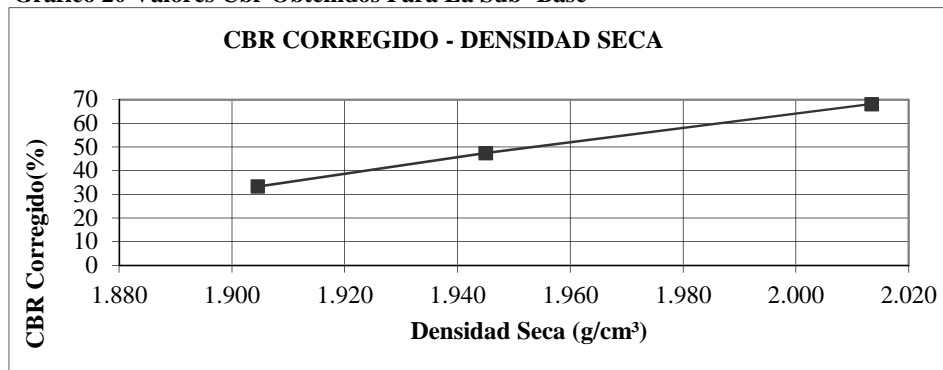
Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Gráfico 19 Curva Granulométrica De La Sub-Base



Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Gráfico 20 Valores Cbr Obtenidos Para La Sub -Base



Valor CBR De La Sub-Base		
Máxima Densidad		CBR
%		%
90	1.932	41
95	2.039	68

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Tabla 64 Resultados De Abrasión De La Sub-base

ENSAYO DE ABRASIÓN			
$D = C / A * 100$			
$C = A - B$			
TIPO DE GRADACIÓN: B			
MASA INICIAL DE LA MUESTRA:	A =	5069	g.
MASA RETENIDA EN EL TAMIZ No 12 DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	B =	3647	g.
MASA QUE PASA EL TAMIZ No 12	C =	1422	g.
PORCENTAJE DE DESGASTE	D =	28.05	%

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Acorde a la tabla establecida por el MOP-001-F 2002 y a los resultados obtenidos en laboratorio para la sub-base, se le puede clasificar a esta sub-base como clase 3, y que la abrasión obtenida es menos al 50% de desgaste por lo que cumple condiciones de sub-base.

Tabla 65 Elección Del Tipo De Sub-Base

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70-100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30-70	30-70	30-70
Nº 40 (0.425 mm.)	30-70	15-40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MTOP 001-F-2002-Pg.243 Iv-4 #401-2.02 Materiales, 2018

5.6.1.2 Base

La clase y tipo de base que deba utilizarse deberá tener un porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados menor del 40%, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz Nº 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, excentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. (MOP-001-F, 2002, p. 252).

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la base.

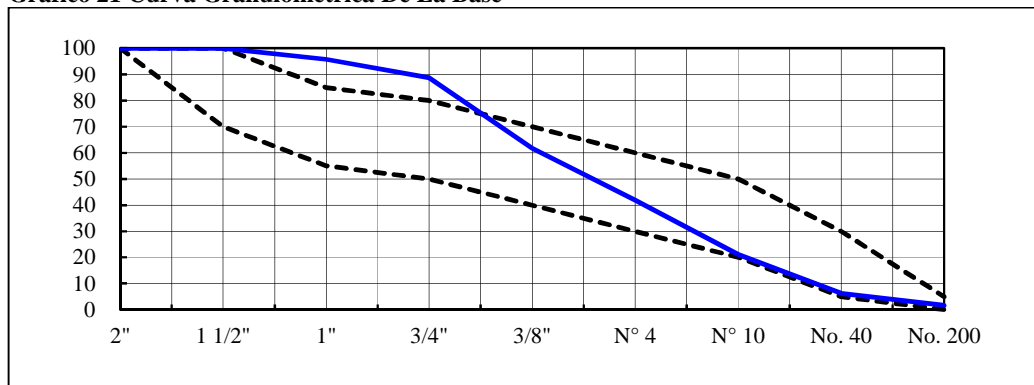
Tabla 66 Granulometría De La Base

Tamiz	Abertura	Ret. Parcial	Ret. Acumulado	%	%	Límites	
Nº	(mm)	(g)	(g)	Retenido	Que Pasa	Mín.	Máx.
3"	76.2	0	0	0.00	100.00		
2 1/2"	64	0.00	0	0.0	100.0		
2"	50.8	0.00	0.00	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.0	100.0	70	100
1"	25.4	884.00	884.00	4.2	95.8	55	85

Tamiz	Abertura	Ret. Parcial	Ret. Acumulado	%	%	Límites	
Nº	(mm)	(g)	(g)	Retenido	Que Pasa	Mín.	Máx.
3/4"	19	1478.00	2362.00	11.2	88.8	50	80
1/2"	13.2	3601.00	5963.00	28.3	71.7		
3/8"	9.51	2107.00	8070.00	38.3	61.7	40	70
Nº 4	4.76	4182.00	12252.00	58.1	41.9	30	60
Nº 10	2.00	4378.00	16630.00	78.9	21.1	20	50
No. 40	0.425	3122.00	19752.00	93.7	6.3	5	30
No. 200	0.075	989.00	20741.00	98.4	2.6	0	5
BANDEJA		335.00	21076.00	100.0	0.0		

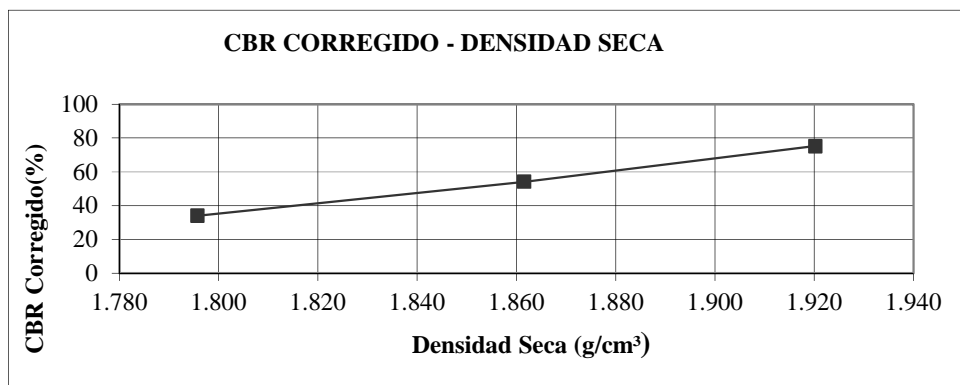
Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Gráfico 21 Curva Granulométrica De La Base



Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Gráfico 22 Valores CBR Obtenidos Para La Base



VALOR CBR DE LA BASE		
MAXIMA DENSIDAD		CBR
%		%
90	1.8171	53.0
95	1.9181	69.0

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Tabla 67 Resultados De Abrasión De La Base

ENSAYO DE ABRASIÓN			
$D = C / A * 100$			
$C = A - B$			
TIPO DE GRADACIÓN: B			
MASA INICIAL DE LA MUESTRA:	A =	5000	g.
MASA RETENIDA EN EL TAMIZ No 12 DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	B =	3782	g.
MASA QUE PASA EL TAMIZ No 12	C =	1218	g.
PORCENTAJE DE DESGASTE	D =	23.46	%

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Acorde a la tabla establecida por el MOP-001-F 2002 y a los resultados obtenidos en laboratorio para la base, se le puede clasificar acorde a la Tabla 69 como base clase I Tipo A, y que la abrasión obtenida es menos al 40% de desgaste por lo que cumple condiciones de base.

Tabla 68 Elección Del Tipo De Base

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 -50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	45-31	10 -25
Nº 200 (0.075 mm.)	43-36	2 - 12

Fuente: MTOP 001-F-2002-Pg.253 Iv-4 #401-2.02 Materiales, 2018

5.6.2 Resultados De Pruebas De Durabilidad Por Desgaste Con Sulfatos

Los agregados gruesos no deberán experimentar una desintegración ni pérdida total mayor del 12 % en peso, cuando se los someta a cinco ciclos de la prueba de

durabilidad al sulfato de sodio, según lo especificado en la norma INEN 863. (MOP-001-F, 2002, p. 629). Se realizan los ensayos de desgaste a la acción de sulfatos, Normativa ASTM C-88, en este caso se realizó por medio de un ensayo de sulfato de sodio **ANEXO N°11: Ensayos De Laboratorio De Sulfatos Base Y Sub-Base.**, en un proceso de cinco ciclos para cada muestra en función de la granulometría obtenida, de acuerdo al procedimiento de la normativa mencionada y se obtienen resultados favorables para la mina de San Mateo frente a este ensayo los cuales se resumen a continuación:

Tabla 69 Resultado De Ensayo De Durabilidad A Sulfatos De La Base

Tamiz		Ret. Parcial (%)	Masa Fracciones Antes Del Ensayo	Masa Fracciones Despues Del Ensayo	% Que Pasa Después Del Ensayo	% De Desgaste Parcial
Pasa	Retiene					
2"	1 1/2"	40.0	2021.00	1967.00	2.67	2.64
1 1/2"	1"	67.0	1063.80	1045.80	1.69	1.42
1"	3/4"	33.0	564.00	562.14	0.33	0.23
3/4"	1/2"	67.0	678.90	648.36	4.50	2.60
1/2"	3/8"	33.0	342.10	325.64	4.81	2.24
3/8"	No.4	63.5	302.00	298.65	1.11	0.39
Porcentaje Total De Desgaste						9.53
Solución Utilizada Sulfato De Sodio				Número De Ciclos:	5	

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Tabla 70 Resultado De Ensayo De Durabilidad A Sulfatos De La Sub- Base

Tamiz		RET. PARCIAL (%)	Masa Fracciones Antes Del Ensayo	Masa Fracciones Despues Del Ensayo	% Que Pasa Después Del Ensayo	% De Desgaste Parcial
Pasa	Retiene					
2"	1 1/2"	40.0	2154.00	2074.00	3.71	3.64
1 1/2"	1"	67.0	989.65	963.89	2.60	2.14
1"	3/4"	33.0	517.80	504.40	2.59	1.85
3/4"	1/2"	67.0	680.50	658.20	3.28	1.86
1/2"	3/8"	33.0	332.50	331.56	0.28	0.13
3/8"	No.4	63.5	299.00	297.52	0.49	0.18
Porcentaje Total De Desgaste						9.81
Solución Utilizada Sulfato De Sodio				Número De Ciclos:	5	

Fuente: LABSCOTEST CIA. Ltda, 2018

Tanto la base con la sub-base cumplen con un desgaste por sulfatos menor al 12%

Tabla 71 Resumen Durabilidad De Sulfatos

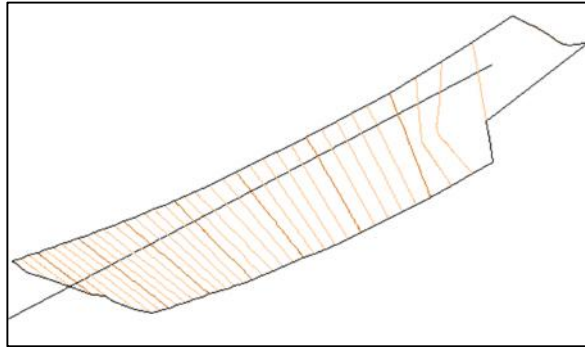
Mina	Durabilidad De Sulfatos			
	Sub base	Cumple	Base	Cumple
San Mateo	9.81 %	SI	9.53%	SI

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.6.3 Levantamiento Topográfico y Áreas A Explotar De La Mina

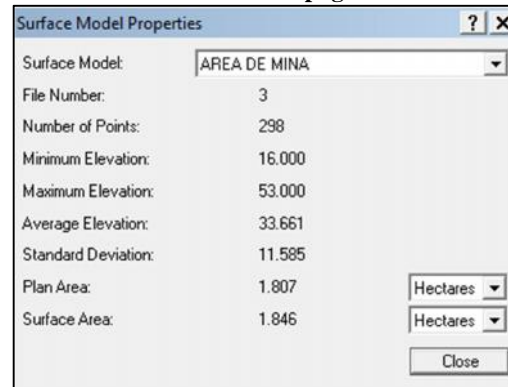
Se ha procedido a realizar el levantamiento topográfico de la mina y determinar el área y volumen de explotación aprovechable de acuerdo a lo conversado con los propietarios.

Gráfico 23 Modelo Digital Del Terreno De La Mina De San Mateo



Fuente: Programa MDT Modelo Digital Del Terreno, 2018

Gráfico 24 Características Topográficas De La Mina

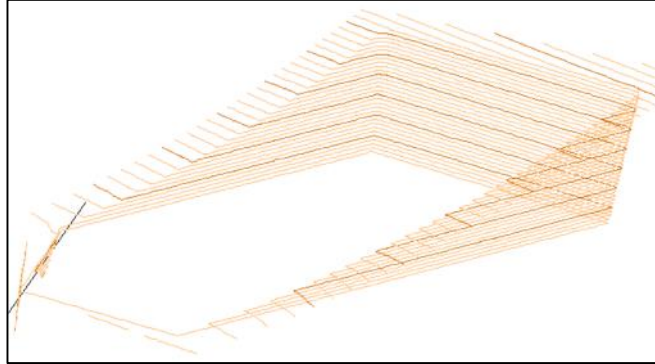


Fuente: Programa MDT Modelo Digital Del Terreno, 2018

Acorde al Gráfico N° 23 tendremos una altura aproximada de explotación de la mina de 37m de altura y mediante modelación digital del levantamiento topográfico, determinamos los volúmenes de capacidad de explotación que pueden ser usados ya

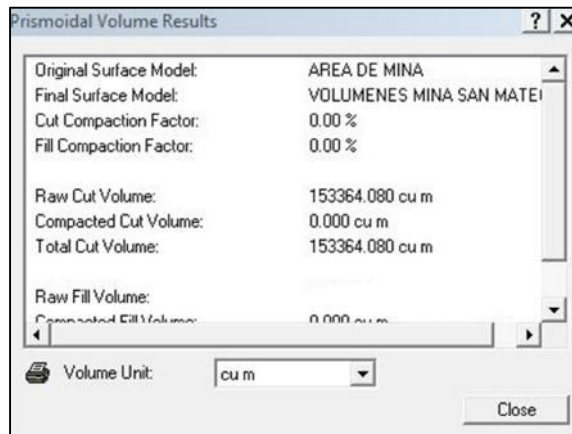
que son minas descapotadas y en actual uso el área levantada corresponde a los volúmenes de material con capacidad de ser extraído.

Gráfico 25 Modelo Digital Del Volumen De Extracción Mina San Mateo



Fuente: Programa MDT Modelo Digital Del Terreno, 2018

Gráfico 26 Volúmenes Obtenidos De La Modelación



Fuente: Programa MDT Modelo Digital Del Terreno, 2018

Realizando el análisis del Gráfico N° 24 tenemos que el volumen a ser explotado es de $153\,364.08\text{ m}^3$ y con un área de explotación de 1.80 ha lo que representa que la mina tendrá la cantidad suficiente de material para cubrir la futura construcción de la vía en estudio. La distancia de la mina al centro de gravedad de la vía mantiene una diferencia significativa, lo que nos indica que el costo de transportación del material desde la mina volverá más costoso el proyecto, sin embargo se ha escogido esta mina ya que esta proveerá de material necesario con la calidad mínima requerida, por lo que se recomienda el uso de la mina de SAN MATEO.

5.7 Diseño De La Estructura De Pavimento

5.7.1 Método De Diseño

El método seleccionado es el desarrollado por la Asociación Americana de Administradores Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO 93), para lo que se usarán como base los siguientes medios:

- Guía de diseño AASHTO-93
- Programa de diseño de pavimentos desarrollado por AASHTO 93 (aplicación para pavimentos flexibles y rígidos).

Para el diseño de espesores del pavimento se siguió el procedimiento recomendado por la AASHTO en la Guía de Diseño de Pavimentos (1993). Se usa la metodología convencional, es decir se calcula el número estructural necesario para soportar la carga de tráfico del escenario correspondiente, mediante iteraciones sucesivas hasta lograr la convergencia de la serie. Este número estructural se traduce a espesores de las diferentes capas que conforman el pavimento conforme se estableció. El análisis se hace por iteraciones hasta lograr una estructura de pavimento razonable. (*AASHTO flexible pavement design equation*).

$$\log_{10} W_{18} = ZR * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} Mr - 8.07$$

Ec. 27

Dónde:

- W_{18} : Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el período de diseño (n).
- ZR : Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

- So: Desviación estándar, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.
- PSI: Pérdida de servicialidad (condición de servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “plenitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (servicialidad inicial po) y su plenitud al final del período de diseño (servicialidad final pt).
- MR: Módulo Resciliente de la subrasante y de las capas de bases y sub-bases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

5.7.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido entre 365 días. Para la determinación del TPDA se utilizó las recomendaciones indicadas en las Normas de Diseño Geométrico del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, Capítulo A, 1.d, el cual indica que se debe realizar un conteo durante un período de 7 días. A continuación se presentan los valores del TPDA proyectados obtenidos en el CAPITULO III de este proyecto.

Tabla 72 TPDA Proyectado A Los Años De Interés

Años	TPDA	TD (6.5% TPDA)	TG (6.1% TPDA)	Td (0.0% TPDA)	TPDA (TOTAL)
2018	80	5	5	0	90
2028 (10 años)	108	7	7	0	121
2038 (20 años)	136	9	8	0	153

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.3 Carga Vehicular

El cálculo de ejes equivalentes para el período de diseño, es analizado de acuerdo a los Manuales de Diseño, Normas para Carreteras, y Estudios de Rehabilitación,

desarrollados por la AASHTO, descrito en el capítulo III de este proyecto y cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 73 Número De Ejes Equivalentes Para Los Años De Interés

Años	TPDA Vehículos	Ejes Equivalentes
2028 (10 años)	121	95701
2038 (20 años)	153	211761

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.4 Confiabilidad De Diseño (R%).

La "Confiabilidad del Diseño (R)" se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado. La confiabilidad también puede ser definida como la probabilidad de que el número de repeticiones de cargas (Nt) que un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de servicio y que no sea excedida por el número de cargas que realmente estén siendo aplicadas (W) sobre ese pavimento". (AASSHTO, 1993, p. 99)

Tabla 74 Nivel De Confiabilidad De Acuerdo Al Tipo De Camino

Clasificación Funcional	Nivel De Confiabilidad Recomendado (R)			
	Urbano		Rural	
Autopista y carreteras interestatales, y otras vías	85	- 99.9	80	- 99.9
Arterias principales	80	- 99	75	- 95
Colectoras	80	- 95	75	- 95
Locales	50	- 80	50	- 80

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 99

Según el análisis realizado en el capítulo de Estudio de Tráfico se llegó a determinar que la vía pertenece a un camino vecinal tipo IV, con clasificación funcional según la ASSHTO del tipo colectora y con un tpda proyectado de 153 vehículos. Esto nos conlleva a tomar en valor de confiabilidad del 80% a pesar que mientras más alto sea este valor implicará un pavimento más costoso pero a la vez de un menor mantenimiento a corto plazo, siendo este un parámetro importante debido a que las

zonas rurales no cuentan con recursos económicos para reparaciones y mantenimiento. El coeficiente Estadístico de Desviación Estándar representa la confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos de distribución normal; este valor fue tomado de $ZR_1 = -0.841$ para los periodos de diseño de 10 y 20 años, tal como lo describe la siguiente tabla:

Tabla 75 Valores Normales De Desviación Estándar (Zr) Correspondientes A Niveles De Confiabilidad Seleccionados

Confiabilidad (R%)	Desviación Normal Estándar (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 84

5.7.5 Índice De Servicialidad (UPsi) Y Desviación Estándar Total (So)

Para el diseño es necesario seleccionar unos índices de servicialidad inicial (P_o) y final (P_t), los mismos que deberán ser tal que culminado el periodo de vida proyectado, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada servicialidad. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES PERU, 2014)

A continuación se muestra los valores propuestos por la guía de diseño ASHHTO 93 tanto para los índices de servicialidad iniciales y finales:

Tabla 76 Índice De Servicialidad Inicial Y Final

Índice De Servicialidad Inicial (PI)	
4.2	pavimentos flexible
4.5	pavimentos rígidos
Índice De Servicialidad Final (PT)	
2.5 ó 3.0	carreteras principales
2	carreteras con clasificación menor
1.5	carreteras relativamente menores , donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 28

Para nuestro proyecto fueron tomados como valor de índice de servicialidad inicial $P_o = 4.2$ y como índice de servicialidad final $P_t = 2.0$ por lo que procedemos a determinar la variación el índice de servicialidad ΔPSI determinado mediante la resta del índice inicial y el índice final.

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad \text{Ec. 28}$$

$$\Delta PSI = 4.20 - 2.00 = 2.20$$

El rango de valores para la determinación de S_o están basados en la norma AASHTO 93 y descritos en la siguiente tabla y cuyo valor para el proyecto se ha tomado un promedio entre los valores presentados de 0.45.

Tabla 77 Criterios Para Selección De Desviación Estándar Total (S_o)

Valores De S_o Según Norma AASHTO 93			
0.30	-	0.40	Pavimentos rígidos
0.40	-	0.50	Pavimentos flexibles

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 84

5.7.6 Capacidad De Drenaje (mi)

El valor de estos coeficientes m_2 y m_3 tanto para la base y sub-base la normativa AASHTO 93 se basa en la capacidad que tendrá el drenaje para remover la humedad interna del pavimento. (ING CORREDOR M, 2005)

- La capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.
- La calidad del drenaje dependerá del tipo de material que estén formadas las capas de la estructura del pavimento; para el proyecto se asume una calidad de drenaje bueno debido a que el material no contiene arcilla por lo que podrá evacuar con facilidad el agua existente en las capas del pavimento.

EL siguiente cuadro clasifica a nuestra vía dentro de un tiempo de eliminación de agua de 1 día. Debido a que la topografía que se presenta en su mayor parte es de plana a ondulada, por lo que se pudiera presentar pequeñas complicaciones en el drenaje.

Tabla 78 Capacidad De Drenaje Para Remover Humedad

Calidad De Drenaje	Tiempo De Eliminación Del Agua En
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Malo	El Agua no Drena

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 112

Para poder determinar el coeficiente de capacidad de drenaje tanto de base como de sub-base se dividió la precipitación máxima durante el mes más lluvioso para la precipitación total anual; estos datos obtenidos de la estación meteorológica Muisne M-153 obtenida de los anuarios Hidrológicos del INHAMI.

Tabla 79 Resumen De Precipitaciones Mensuales – Estación Muisne M-153

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May.	Jun	Medía
Máx	767.1	1053.7	757.3	1 224.7	634.0	542.3	
Año	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Máx	349.7	393.7	303.0	602.0	650.3	1135.1	5142.3

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Precipitación mes de máxima lluvia: 1224.70 mm,

Precipitación total anual: 5142.30 mm

$$m_2 = \frac{\text{Precipitación de meses de lluvia}}{\text{Precipitación total anual}} * 100 \quad \text{Ec. 29}$$

En base a la ecuación antes presentada tenemos como resultado un 33.80% de saturación. Obteniéndose de esta manera mediante la siguiente tabla los valores de $m_2 = 1.00$ y $m_3 = 0.80$ Cuyo valor de 1 será aplicado para la base y de 0.80 para la subbase y mejoramiento.

Tabla 80 Coeficientes De Drenaje Para Tiempos En Función De La Calidad Del Drenaje

Calidad De Drenaje	Porcentaje De Tiempo Anual En Que La Estructura Del Pavimento Está Expuesta A Niveles Cercanos A Saturación						
	0%	1%	1%	5%	5%	25%	25% a más
Excelente	1.40	1.35	1.35	1.30	1.30	1.20	1.20
Bueno	1.35	1.25	1.25	1.15	1.15	1.00	1.00
Regular	1.25	1.15	1.15	1.05	1.00	0.80	0.80
Pobre	1.15	1.05	1.05	0.80	0.80	0.60	0.60
Malo	1.05	0.95	0.95	0.75	0.75	0.40	0.40

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 115

5.7.7 Módulo Resiliente Y Número Estructural Requerido (Subrasante)

El ensayo CBR trata de reproducir las condiciones que tendrá el material en la obra, es decir ni las que existen en la actualidad ni aquellas que se obtienen en la condición óptima de la compactación.

Dado que los valores no tienen puntos dispares usaremos los valores para el 90% de compactación y tomaremos el valor 80% percentil tanto para valores de DCP y CBR:

Tabla 81 Valores De Cbr Para Obtención Del CBR De Diseño

ENSAYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ABSCISA	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000	5+000	6+000	7+000	8+000	9+000
CBR DENSIDAD PROCTOR 90 %	3.10	2.75	1.75	2.35	1.45	1.90	2.30	2.22	4.35	2.85
ENSAYO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ABSCISA	10+000	11+000	12+000	13+000	14+000	15+000	16+000	17+000	18+000	
CBR DENSIDAD PROCTOR 90 %	3.10	3.80	3.60	3.00	2.70	2.90	2.10	2.30	2.70	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

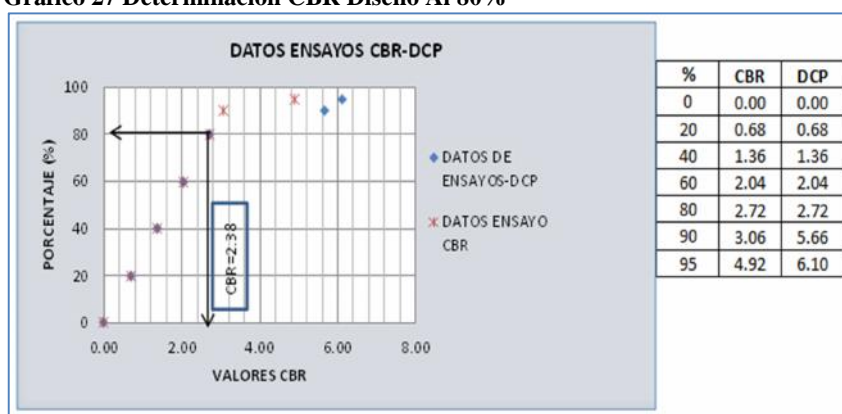
Tabla 82 Valores De CBR Obtenidos Mediante DCP

ENSAYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ABSCISA	0+500	1+500	2+500	3+500	4+500	5+500	6+500	7+500	8+500	9+500
CBR	4.94	2.41	4.12	4.72	4.72	4.21	15.08	6.35	2.77	2.19
ENSAYO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ABSCISA	10+500	11+500	12+500	13+500	14+500	15+500	16+500	17+500	18+200	
CBR	3.38	2.48	3.38	5.97	5.72	5.73	4.54	2.17	3.50	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

De esta manera obtendremos valores de CBR de diseño tanto para para ensayos realizados por DCP Y CBR.

Gráfico 27 Determinación CBR Diseño Al 80%



Fuente: Diego Sarabia, 2018

El CBR de diseño para el proyecto es de 2.38 a partir del cual determinaremos el módulo de resiliencia mediante la siguiente ecuación establecidas por la norma ASSHTO 93 (AASSHTO, 1993, p. 34):

$$MR(PSI) = 1500 * CBR(PSI)$$

Materiales sub-rasante CBR ≤ 7.2%

$$MR(PSI) = 3000 * CBR^{0.65}(PSI)$$

Materiales sub-rasante 7.2% < CBR ≤ 20%

$$MR(PSI) = 436 * \ln CBR + 241(PSI)$$

Materiales sub-rasante CBR > 20%

$$MR(PSI) = 1500 * 2.38 = 3570 PSI$$

Ec. 30

Acorde a lo descrito anteriormente se procede a determinar el número estructural de la subrasante.

Tabla 83 Resumen De Parámetros De La Subrasante

Sub Rasante	T (AÑOS)	MR	TPDA	ESALS' s	Confiabilidad	D. Estándar	So	Po	Pt	U PSI
		PSI			R%	Zr				
	10 años	3570	121	95701	80	-0.841	0.45	4.2	2	2.2
	20 años		153	211761	80	-0.841	0.45			

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993.

Gráfico 28 Número Estructural Requerido Para 10 Años

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' window. The 'Tipo de Pavimento' is set to 'Pavimento flexible'. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '80 % Zr=-0.841' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 3570 psi'. The 'Tipo de Análisis' section shows 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 95701' displayed. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 2.83'. The 'Calcular' button is highlighted.

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 29 Número Estructural Requerido Para 20 Años

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' window. The 'Tipo de Pavimento' is set to 'Pavimento flexible'. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '80 % Zr=-0.841' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 3570 psi'. The 'Tipo de Análisis' section shows 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 211761' displayed. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 3.19'. The 'Calcular' button is highlighted.

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Los números estructurales requeridos en la subrasante para 10 y 20 años son de 2.83 y 3.19 respectivamente.

5.7.8 Mejoramiento

Según lo establecido por la especificaciones MOP-001-F 2002 el literal 402 correspondiente a los mejoramientos, es recomendable reemplazar el material existente por un suelo granular de mejores características para aquellos que poseen un CBR < 6%.

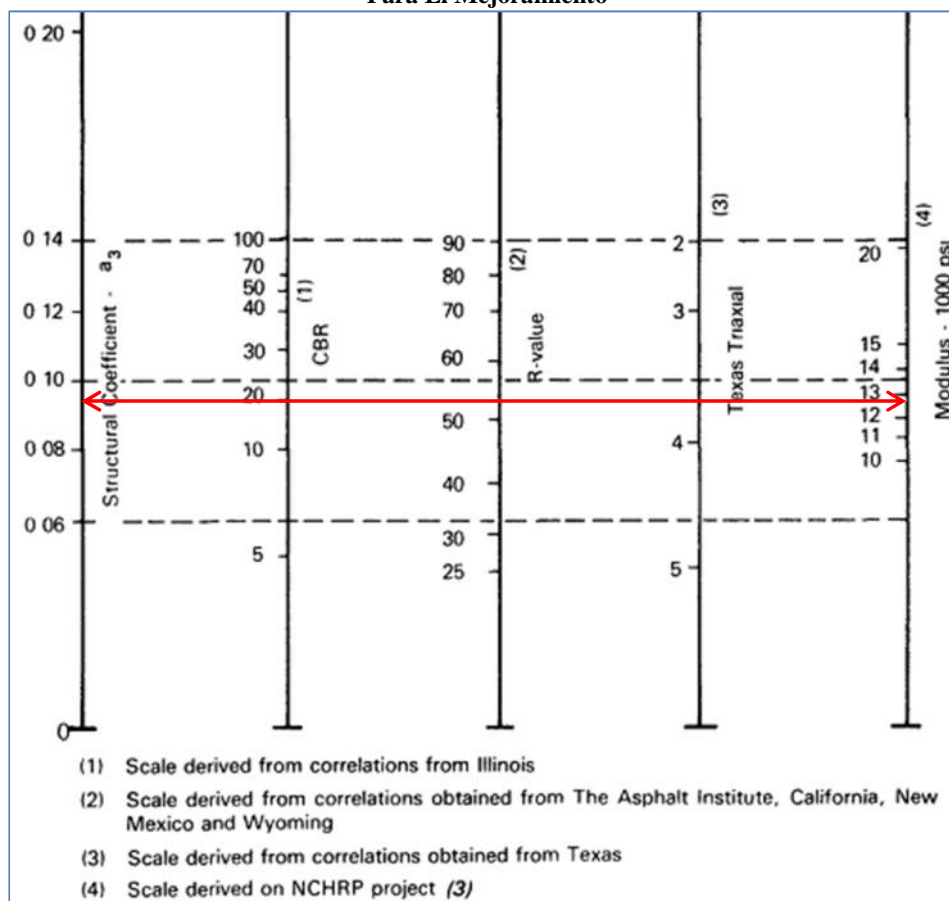
Este reemplazo cumple la función de mejorar las características del suelo en cuanto su permeabilidad, resistencia al corte CBR, plasticidad y densidad. Este suelo de reemplazo deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm.) con abertura cuadrada y no más de 20 por ciento pasará el tamiz N° 200 (0,075 mm). (MOP-001-F, 2002, p. 219)

Además la parte del material que pase el tamiz N°40 (0.42 mm) deberá tener las siguientes características de acuerdo al ensayo AASHO-T.11 (MOP-001-F, 2002, p. 220)

- Índice de Plasticidad < 9%
- Límite :líquido = 35%
- CBR mínimo 20%

Mediante la ayuda del siguiente monograma se procede a determinar el coeficiente estructural y el módulo resiliente para el mejoramiento.

Ilustración 8 Ábaco Para La Determinación Del Coeficiente Estructural Y Módulo Resiliente Para El Mejoramiento



Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg II -22

Tabla 84 Resultados Obtenidos Para Mejoramiento

Módulo resiliente del Mejoramiento Mrs=	12 733 PSI
Coeficiente estructural de Mejoramiento (a4) =	0.095

Fuente: Diego Sarabia, 2018

En base a estos valores obtenidos determinaremos el número estructural del mejoramiento.

Tabla 85 Resumen De Parámetros Del Mejoramiento

Mejora miento	T (AÑOS)	MR	TPDA	ESALS' s	Confia bilidad	D. Estándar	So	Po	Pt	U PSI
		PSI			R%	Zr				
	10 años	12733	121	95701	80	-0.841	0.45	4.2	2	2.2
	20 años		153	211761	80	-0.841	0.45			

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993.

Gráfico 30 Número Estructural Del Mejoramiento Para 10 Años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final:
 PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante:
 Mr: 12733 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	<input type="text"/>	Coeficiente de transmisión de carga - (J)	<input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	<input type="text"/>	Coeficiente de drenaje - (Cd)	<input type="text"/>

Tipo de Análisis:
☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

W18 = 95701

Número Estructural:
 SN = 1.76

Calcular Salir

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 31 Número Estructural Del Mejoramiento Para 20 Años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final:
 PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante:
 Mr: 12733 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	<input type="text"/>	Coeficiente de transmisión de carga - (J)	<input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	<input type="text"/>	Coeficiente de drenaje - (Cd)	<input type="text"/>

Tipo de Análisis:
☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

W18 = 211761

Número Estructural:
 SN = 2.01

Calcular Salir

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.9 Sub-base

EL MOP 001-F 2002 el literal 403 correspondiente a la sub-base indica que la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25 (MOP-001-F, 2002, p. 242). Además se establece que:

- Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles
- La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Además el MOP-001-F 2002 en la parte de sub-base clasifica a esta de la siguiente manera:

Tabla 86 Condiciones Del Tipo De Sub-Base

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70-100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30-70	30-70	30-70
Nº 40 (0.425 mm.)	30-70	15-40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0-15	0-20	0-20

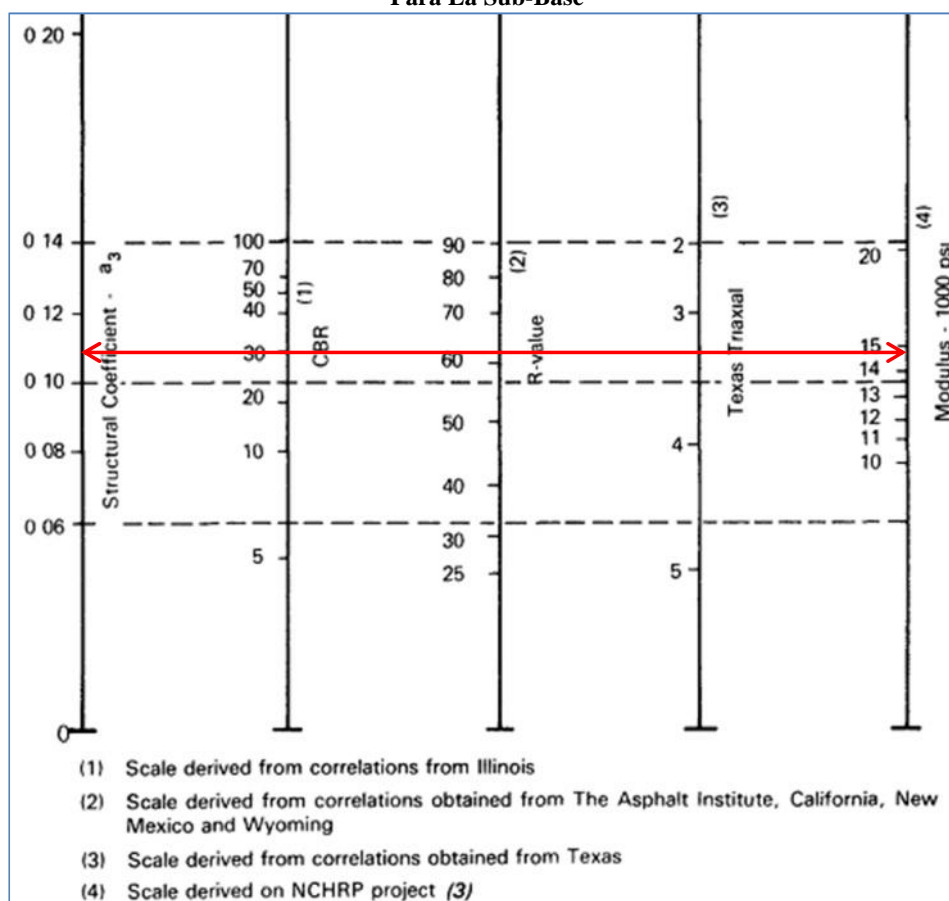
Fuente: MTOP 001-F-2002-Pg.243 IV-4 #401-2.02 Materiales, 2018

Para el proyecto se utilizará una sub-base clase 3 la misma que deberá cumplir con los siguientes requerimientos establecidos por el MTOP 001:

- Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 86. (MOP-001-F, 2002, p. 242)

Con los valores mínimos de sub-base se procede a determinar los valores de coeficiente estructural y Módulo Resiliente.

Ilustración 9 Ábaco Para La Determinación Del Coeficiente Estructural Y Módulo Resiliente Para La Sub-Base



Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 111

Tabla 87 Resultados Obtenidos Para La Sub-Base

Módulo resiliente de la sub-base Mrs=	15000 PSI
Coeficiente estructural de sub-base (a3) =	0.110

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Mediante la utilización del programa del AASHTO 93 se obtuvo los números estructurales para la sub-base.

Tabla 88 Resumen De Parámetros De la Sub-base

Mejora miento	T (AÑOS)	MR	TPDA	ESALS' s	Confia bilidad	D. Estandar	So	Po	Pt	U PSI
		PSI								
	10 años	15000	121	95701	80	-0.841	0.45	4.2	2	2.2
	20 años		153	211761	80	-0.841	0.45			

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993.

Gráfico 32 Número Estructural De La Sub-Base Para 10 Años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: ☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr: 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J):

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

W18 = 95701

Número Estructural: SN = 1.65

Calcular Salir

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 33 Número Estructural De La Sub-Base Para 20 Años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: ☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr: 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J):

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

W18 = 211761

Número Estructural: SN = 1.89

Calcular Salir

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.10 Base

EL MOP 001-F 2002 el literal 404 establece que para Bases el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.

El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. (MOP-001-F, 2002, p. 252).

Para el proyecto se utilizará una base clase 2 la misma que deberá cumplir con los siguientes requerimientos establecidos por el MTOP 001:

- Clase 2: Constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la tabla 90 (MOP-001-F, 2002, p. 252)

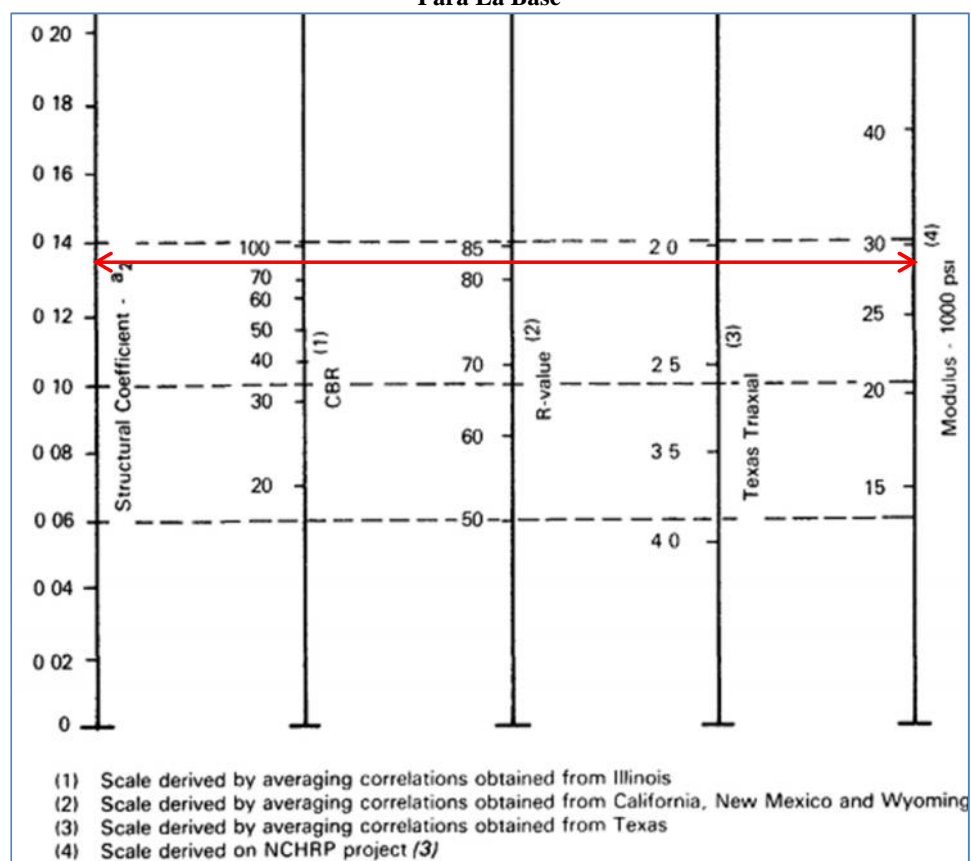
Tabla 89 Condiciones Del Tipo De Base Clase 2

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1"(25.4 mm.)	100
3/4"(9.5 mm.)	70 - 100
3/8"(19.0 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 -30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 -15

Fuente: MTOP 001-F-2002-Pg.253 IV-4 #401-2.02 MATERIALES, 2018

Con los valores mínimos de sub-base se procede a determinar los valores de coeficiente estructural y Módulo Resiliente.

Ilustración 10 Ábaco Para La Determinación Del Coeficiente Estructural Y Módulo Resiliente Para La Base



Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 111

Tabla 90 Resultados Obtenidos Para La Base

Módulo resiliente de la Base Mrs=	28700 PSI
Coeficiente estructural de Base (a2) =	0.135

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Mediante la utilización del programa del AASHTO 93 se obtuvo los números estructurales para la base.

Tabla 91 Resumen De Parámetros De la Base

Mejora miento	T (AÑOS)	MR	TPDA	ESALS' s	Confia bilidad	D. Estándar	So	Po	Pt	U PSI
		PSI			R%	Zr				
	10 años	28700	121	95701	80	-0.841	0.45	4.2	2	2.2
	20 años		153	211761	80	-0.841	0.45			

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993.

Gráfico 34 Número Estructural De La Base Para 10 Años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final:
 PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante:
 Mr: 28700 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi):
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi):
 Coeficiente de transmisión de carga - (J):
 Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis:
☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

Número Estructural:
 SN = 1.25

W18 = 95701

Calcular Salir

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 35 Número Estructural De La Base Para 20 Años

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final:
 PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante:
 Mr: 28700 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi):
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi):
 Coeficiente de transmisión de carga - (J):
 Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis:
☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

Número Estructural:
 SN = 1.45

W18 = 211761

Calcular Salir

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.11 Coeficiente Estructural Para Concreto Asfáltico

La carpeta asfáltica es la capa conformada por agregados granulares y asfalto, se colocara sobre la capa de base, esta deberá proporcionar una superficie con un tipo de textura definido, que asegure un buen agarre, resistencia al deslizamiento de los neumáticos, sea segura uniforme y estable para el usuario. Debe ser resistente al desgaste como a la fractura para soportar las distintas cargas, en pavimentos de poco

a regular transito se coloca una carpeta de un solo espesor y en casos de tráfico intenso y pesado el espesor de la carpeta asfáltica se divide en: Carpeta de desgaste y capa de liga. (MOP-001-F, 2002, p. 280).

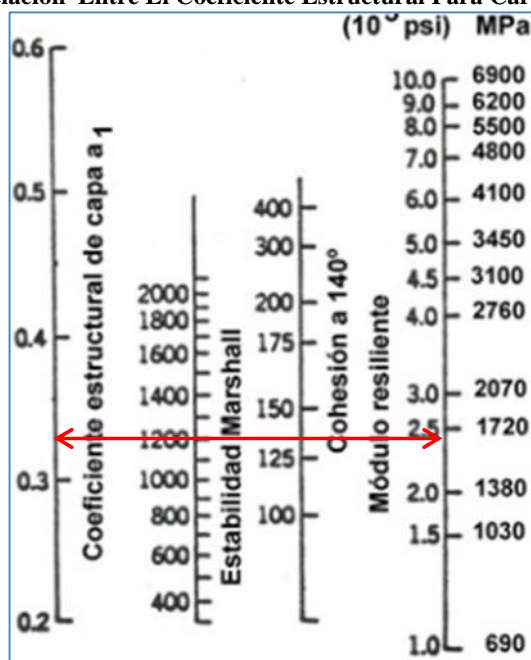
Tabla 92 Criterios De Control De Calidad De Mezclas Asfálticas

Tipo De Tráfico	Muy Pesado		Muy Pesado		Mediano		Liviano	
CRITERIOS Marshall	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
No de golpes/ capa	75		75		50		50	
Estabilidad (lb)	2200	-----	1800	-----	1200	-----	1000	2400
Flujo (in/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
* Capa de rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
* Capa intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
* Capa de base	3	9	3	9	3	9	3	9

Fuente: MTOP 001-F-2002-298 Iv-4 #405-5.01 Materiales, 2018

Conocido las características mínimas a cumplirse según el MOP 001 para la carpeta asfáltica con una estabilidad Marshall de 1200 lb para un tráfico mediano como es el caso de la vía en estudio, se determina un coeficiente de material (a₃) de asfalto en relación a la estabilidad Marshall mediante el uso de la siguiente figura establecida por la norma AASHTO 93.

Tabla 93 Relación Entre El Coeficiente Estructural Para Carpeta Asfáltica



Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 114

Tabla 94 Resultados Obtenidos Para La Carpeta Asfáltica

Estabilidad Marshall =	1200 lb
Módulo resiliente de asfalto Mrs=	$2.4 * 10^5$ PSI
Coefficiente estructural de asfalto (a1)=	0.33

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.12 Determinación De Los Espesores De Pavimento Flexible Para 10-20 Años

La siguiente ecuación expuesta por el método AASHTO 1993, sirve para obtener los espesores de cada capa e involucra coeficientes de capa “ai” y coeficientes de drenaje particulares para la base y sub-base. (MINISTERIO DE TRANSPORTE INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS, 2009).

$$SN * = a1 * d1 + a2 * d2 + a3 * d3 + a4 * d4 \quad \text{Ec. 31}$$

$$Di = \frac{SNi}{ai * mi} \quad \text{Ec. 32}$$

Dónde:

a1, a2, a3, a4 Coeficientes de capa de asfalto, Base, Sub-Base y Mejoramiento

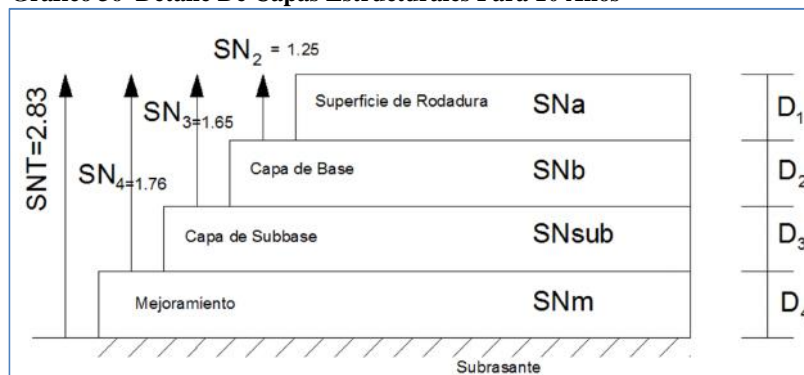
d1, d2, d3, d4 Espesor de capa de Base, Sub-Base, carpeta asfáltica y mejoramiento

m2, m3 Coeficientes de drenaje de Base - Sub-base y Mejoramiento.

Di Espesores de Base - Sub-base, Mejoramiento y asfalto

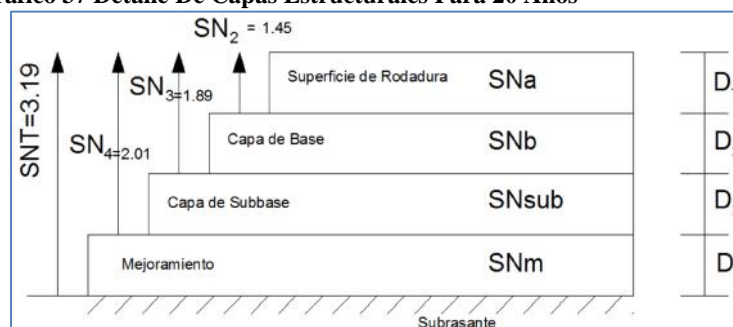
SNi Número estructural de Base - Sub-base, Mejoramiento y asfalto

Gráfico 36 Detalle De Capas Estructurales Para 10 Años



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 37 Detalle De Capas Estructurales Para 20 Años



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Para determinar los espesores de cálculo se procedió a determinar los valores de SNa, SNb, SNsub y SNm pertenecientes a superficie de rodadura, base, sub base y mejoramiento tanto para 10 y 20 años, mediante las siguientes ecuaciones:

$$SNa = SN2 \quad \text{Ec. 33}$$

$$SNb = SN3 - SN2 \quad \text{Ec. 34}$$

$$SNsub = SN4 - SN3 \quad \text{Ec. 35}$$

$$SNm = SNT - SN4 \quad \text{Ec. 36}$$

Mediante las ecuaciones descritas anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla de a continuación:

Tabla 95 Espesores De Cálculo En Pulgadas Para 10 Años

Capa	Numero Estructural (Sn)	Coefficiente Estructural De Capa (A)	Coefficiente De Drenaje mi	Espesor De Cálculo (D'')
Asfalto	1.250	0.330	1.000	3.80
Base	0.400	0.135	1.000	3.00
Sub-Base	0.110	0.110	0.800	1.25
Mejoramiento	1.070	0.095	0.800	14.07

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 96 Espesores De Cálculo En Pulgadas Para 20 Años

Capa	Numero Estructural (Sn)	Coefficiente Estructural De Capa (A)	Coefficiente De Drenaje Mi	Espesor De Cálculo (D'')
Asfalto	1.450	0.330	1.000	4.40
Base	0.440	0.135	1.000	3.30
Sub-Base	0.120	0.110	0.800	1.35
Mejoramiento	1.180	0.095	0.800	15.50

Fuente: Diego Sarabia, 2018

La normativa ASSHTO 93 establece la siguiente tabla de valores mínimos de espesores de estructura de pavimento en base al número de ejes equivalentes, que en nuestro caso para 10 años es de 95 701 ESALS's y 20 años de 211 761 ESALS's; de esta manera tenemos que para el periodo de 10años usaremos 2.00'' de asfalto y 4.0'' de base granular y para los 20 años tendremos 2.5'' de asfalto y 4.0 de base granular acorde a lo establecido en la siguiente tabla.

Tabla 97 Espesores Mínimos En Pulgadas, En función De Ejes Equivalentes

Tránsito ESAL's Ejes Equivalentes	Carpeta De Concreto Asfáltico	Base Granular
Menos de 50,000	1,0 Ó T.S.D	4,0
50,001 - 150,000	2,0	4,0
150,001 - 500,000	2,5	4,0
500,001 - 2 000,000	3,0	6,0
2 000,001 - 7 000,000	3,5	6,0
Mayor de 7 000,000	4,0	6,0

Fuente: AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Pg 180

Los espesores finales para los periodos de diseños requeridos son los que a continuación se muestran:

Tabla 98 Espesores Finales De Pavimento Para 10 Años

Material	Espesor (in)	Espesor (cm)	Coefficiente De Capa	Coefficiente De Drenaje	Valor Parcial
Asfalto	2.00	5.00	0.330	1.00	0.66
Base Clase II	5.00	13.00	0.135	1.00	0.68
Sub Base Clase III	8.00	20.00	0.110	0.80	0.70
Mejoramiento	11.00	30.00	0.095	0.80	0.84
Numero Estructural Total Obtenido					2.88
Numero Estructural Requerido					2.83
2.88 > 2.83 Ok Cumple					

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 99 Espesores Finales De Pavimento Para 20 Años

Material	Espesor (in)	Espesor (cm)	Coefficiente De Capa	Coefficiente De Drenaje	Valor Parcial
Asfalto	2.50	7.00	0.330	1.00	0.83
Base Clase II	6.00	15.00	0.135	1.00	0.81
Sub Base Clase III	8.00	20.00	0.110	0.80	0.70
Mejoramiento	12.00	35.00	0.095	0.80	0.91
Numero Estructural Total Obtenido					3.25
Numero Estructural Requerido					3.19
3.25 > 3.19 Ok Cumple					

Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.13 Elección De Alternativa De Diseño

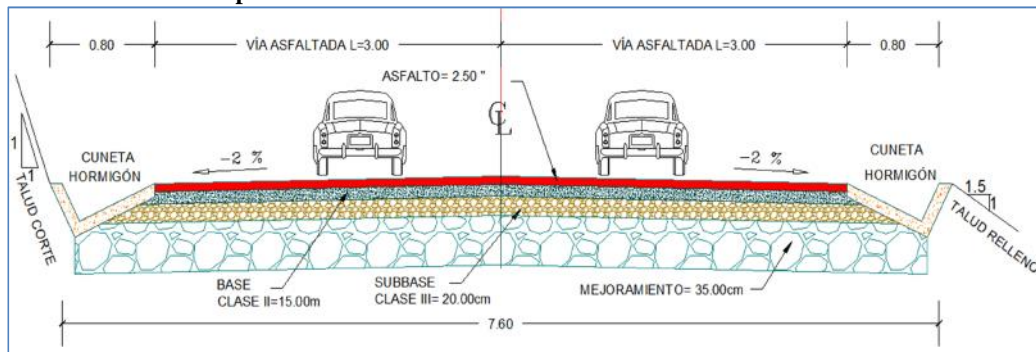
Los espesores de pavimento para 10 años que se obtienen usando capas granulares son relativamente medianos dadas las condiciones de suelo resultando de 60 cm, DE espesor y arrojan un valor de Número Estructural Obtenido de 2.86 que es mayor al Número Estructural Requerido de 2.83, esta alternativa mejora sensiblemente el comportamiento del pavimento, pues se garantiza la uniformidad del apoyo para este periodo y evita el deterioro por acción del tráfico. El espesor para 20 años de vida útil es el más adecuado a ser considerado, en sus valores redondeados por facilidad en modulación y con un Número estructural de 3.24 siendo mayor al Número estructural requerido de 3.19. Los valores obtenidos con este pavimento propuesto, llegan a cubrir por completo las cargas vehiculares a presentarse durante estos periodos propuestos.

Gráfico 38 Espesor De Pavimento Seleccionado



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 39 Sección Típica Para La Vía Boca Del Sucio-Las Delicias-San Salvador



Fuente: Diego Sarabia, 2018

5.7.14 Cálculo De Cantidades De Obra

Tabla 100 Cálculo De Cantidades De Obras

Longitud Proyecto (Km)	Abscisa Inicio (m)	Abscisa Final (m)	Corte (m3)	Relleno (m3)
19.140	0+000.00	19+140.38	123054.98	18663.93
Espesor Asfalto (cm)	Espesor Base (cm)	Espesor Sub-Base (cm)	Espesor Mejoramiento (Cm)	
6.50	25.00	10.00	35.00	
Área De Asfalto (m2)	Volumen Base (m3)	Volumen Sub-Base (m3)	Volumen Mejoramiento (m3)	
145466.92	17685.714	26490.29	55769.34	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

CAPITULO VI

6 DISEÑO HIDRÁULICO

6.1 Objetivo Y Alcance Del Estudio

El objetivo general de este estudio, es el de identificar, analizar y proponer el drenaje que requerirá la vía, cuantificando las condiciones hidrológicas e hidráulicas que afectan al escurrimiento superficial y sub-superficial de la zona para dimensionar las obras de arte menor que deben ser construidas.

El objetivo del diseño de las obras de drenaje superficial es determinar la sección hidráulica más adecuada que permita el paso libre del flujo líquido y sólido que eventualmente transportan los cursos naturales y conducirlos adecuadamente y el agua que fluye por la propia carretera y el aporte de los taludes superiores, sin causar daños a la carretera, propiedades adyacentes, ni afecte a su Transitabilidad (MINISTERIO DE TRANSPORTE INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS, 2009)

Los alcances del estudio son los siguientes:

- Definir los patrones hidrológicos y parámetros hidráulicos que influyen en el comportamiento de los cursos de aguas permanentes y/o intermitentes interceptados por el proyecto vial.
- Calcular los caudales de diseño en los sitios de cruce de la carretera con los cursos menores de agua para verificar las secciones existentes y determinar su dimensionamiento.
- Proponer la implantación de nuevas obras de drenaje y subdrenaje, de tal manera que sea posible captar, conducir y evacuar adecuadamente la escorrentía superficial producto de la precipitación pluvial y corrientes de

agua subterránea presentes en los límites del derecho de vía de la carretera analizada.

- Dimensionar las obras de arte menor, de tal manera que el paso de caudales se produzca bajo condiciones aceptables de funcionamiento hidráulico.
- Recomendar medidas preventivas, definir los rubros de intervención, especificar materiales y calcular los correspondientes volúmenes de obra de las estructuras menores de drenaje superficial y subdrenaje propuestas por el actual estudio.

6.2 Metodología Utilizada

Esta metodología se basa en análisis de campo y gabinete concebidos para solucionar los principales problemas que enfrenta la hidrología superficial, el diseño hidráulico y el drenaje de carreteras; sujetándose a las recomendaciones, regulaciones y normas emitidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas – MTOP, entidad rectora para este tipo de estudios en el país.

Para el estudio las obras de arte menor a considerarse son: alcantarillas, cunetas longitudinales y en el caso de ser necesario cunetas de pie de talud, zanjas de coronación, subdrenaje, etc.

Inicialmente, se realizó un estudio de gabinete en base a los datos topográficos del polígono y el trazado definitivo de la vía, que permitió la definición y abscisado de los elementos principales de las obras de arte menor, cuantificándose las áreas de drenaje de los diferentes cursos de agua que interceptan las carreteras

Se recopiló la siguiente información necesaria para el desarrollo de los diferentes componentes del estudio:

- Cartografía a escala 1:50.000 para la definición y trazado de las áreas de aporte y determinación de los principales parámetros hidrológico siendo estas las cartas topográficas de Puerto Nuevo y El Mamey.
- Información hidrometeorológica, necesaria para caracterizar el régimen hidroclimático de la zona; analizar las intensidades de lluvia, cuantificar los volúmenes de escurrimiento y establecer valores representativos para la zona. Para el estudio se dispone de la información registrada en las estaciones climatológicas ordinarias Muisne y Quinindé.
- Información relativa al complejo suelo - cobertura vegetal, útil para cálculos hidrológicos indirectos, datos provenientes de las cartas temáticas.
- Topografía del polígono principal y los perfiles transversales de la vía, elaborados a escala 1:1.000

Seguidamente, se realizó la investigación de campo donde se desarrolla el trazado vial; verificándose los principales supuestos de cálculo relacionados como el grado de cobertura vegetal, régimen pluvial, tipos de suelo, coeficientes de escorrentía y niveles freáticos, fundamentalmente.

Con posterioridad se procedió a realizar el análisis y cálculos para determinar la capacidad hidráulica de las alcantarillas propuestas, sobre la base de las principales características del flujo en condiciones normales y extraordinarias, dimensionándose las secciones transversales detalladas en la propuesta de intervención.

Conocidas la topografía, geometría vial, ubicación de las obras complementarias, así como también las magnitudes de caudales, se procedió a implantar en los planos viales definitivos las diferentes obras de arte menor proyectadas, identificando su ubicación, características, tipo, dimensiones y recomendación de su implantación, adjuntándose los detalles constructivos en los respectivos planos de drenaje.

Finalmente, ya realizados los trabajos antes mencionados, se procedió a definir los rubros de intervención, especificar los materiales y calcular los correspondientes volúmenes de obra, los cuales formarán parte del presupuesto general del proyecto vial.

6.3 Criterios De Diseño De Obras De Arte Menor

- Para adoptar el período de retorno utilizado en el diseño de las obras de drenaje menor, se ha considerado la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.
- En función de los riesgos que se presentan para causar daño a sectores críticos, se ha adoptado para el cálculo de caudales en el diseño de alcantarillas de paso de quebradas menores un período de retorno equivalente de 25 años; para alcantarillas de paso de quebradas importantes se recomienda 50 años como período de retorno, considerando la importancia de las obras y los riesgos admisibles.
- Para el dimensionamiento hidráulico de cunetas, zanjas y canales (cunetas de coronación) se adoptó una intensidad de lluvia correspondiente a un periodo de retorno de 25 años y duración mínima de aguacero equivalente a 10 minutos.
- Para definir la escorrentía superficial máxima, se calculó las intensidades de precipitación utilizando las ecuaciones pluviométricas obtenidas del estudio de ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE LLUVIAS INTENSAS, publicadas por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), en el año 2015. Los valores de intensidad diaria, se obtuvieron

directamente de las cartas de isolíneas, correspondientes a períodos de retorno de 25, y 50 años, para Obras de Arte Menor.

- La determinación del escurrimiento superficial máximo, en obras de arte menor, se basó en la utilización del Método Racional, para áreas menores a los 10 km².
- El coeficiente de escorrentía C fue adoptado en cada caso particular en dependencia del tipo de suelo, gradiente del terreno, condiciones de permeabilidad, uso del suelo y cobertura vegetal del entorno.
- Para los modelos lluvia – escorrentía, se usa el Número de Escorrentía CN, que es un parámetro estimado de la combinación del tipo de suelo, cobertura vegetal y la condición de humedad antecedente del suelo.
- Para propósitos del diseño, se ha procurado reducir el tamaño de las alcantarillas a un mínimo razonable económico, sin descuidar los criterios de seguridad y de protección de las mismas para incrementar su vida útil.
- El diámetro mínimo adoptado para las tuberías circulares de drenaje transversal equivale a 1,20 m, por consideraciones de limpieza y mantenimiento.
- La velocidad máxima de escurrimiento del agua se ha limitado en el diseño hidráulico a 3,0 m/s en zampeados, a 4,0 m/s en superficies metálicas, 6,0 – 6,5 m/s en conductos de hormigón y 7,5 m/s en tuberías de PVC. Sin embargo, estos valores pueden ser mayores en consideración a que su funcionamiento no es frecuente y son de corta duración

Para el caso de canales de descarga y tuberías de hormigón armado, considerados en diámetros mayores a 600 mm, y velocidades del orden de 10 m/s son aceptadas, como lo demuestran las referencias siguientes:

- Concrete Pipe Design Manual ACPA – páginas 6-10.
- Manual of Practice No. 9 ASCE WPCF – páginas 128-129.
- Concrete Pipe News Vol. 6, No. 10, Oct. 1954. “El tubo de concreto resiste la abrasión”
- Los valores experimentales de la velocidad mínima que no produzca sedimentación (depósitos de materiales sólidos en suspensión), indican que este valor mínimo es 0,30 m/s, velocidades menores, disminuyen la capacidad de la conducción.

La selección de los sitios en los cuales se implantarán obras de subdrenaje transversal y/o longitudinal responde a los resultados y recomendaciones del estudio, realizado en el marco de este proyecto vial.

6.4 Reconocimiento En Campo

Se inspeccionó el área del proyecto, ocasiones en las cuales se definieron los sitios más conflictivos desde el punto de vista del drenaje superficial y subdrenaje (drenaje subterráneo) viales. Además, se definieron, entre otros aspectos técnicos, las principales características de implantación de las obras de arte menor, especialmente las relacionadas con su geometría, secciones mínimas de descarga, gradientes de fondo, alturas de relleno y sitios que requerirán de obras complementarias.

6.5 Información Básica.

6.5.1 Cartografía Y Topografía

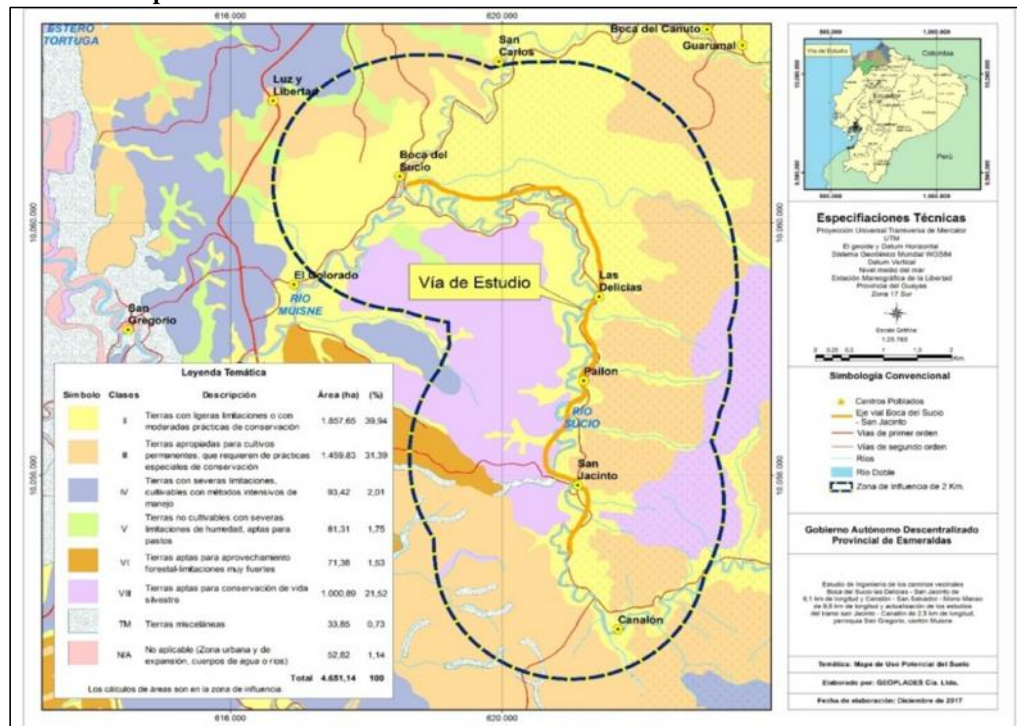
Para cumplir los objetivos del estudio, la base fundamental cartográfica lo constituye la Carta Básica Nacional del IGM, de la cual se utilizó las cartas topográficas Puerto Nuevo (Hoja CT NII – C1, 3695 - IV) y El Mamey (Hoja CT NII – C3, 3695 - III), a escala 1:50.000, que abarcan la zona de influencia del proyecto vial.

Complementariamente, se dispone de la faja topográfica del polígono en escala 1:1.000; además de perfiles en sitios especiales y fotos de las obras civiles de la vía. La información tiene el grado de detalles de los terrenos interceptados por el proyecto vial, que permite cumplir adecuadamente con los términos de referencia del estudio en lo relacionado con el drenaje y subdrenaje viales.

6.5.2 Tipos Y Uso De Suelo De Las Cuencas De Drenaje

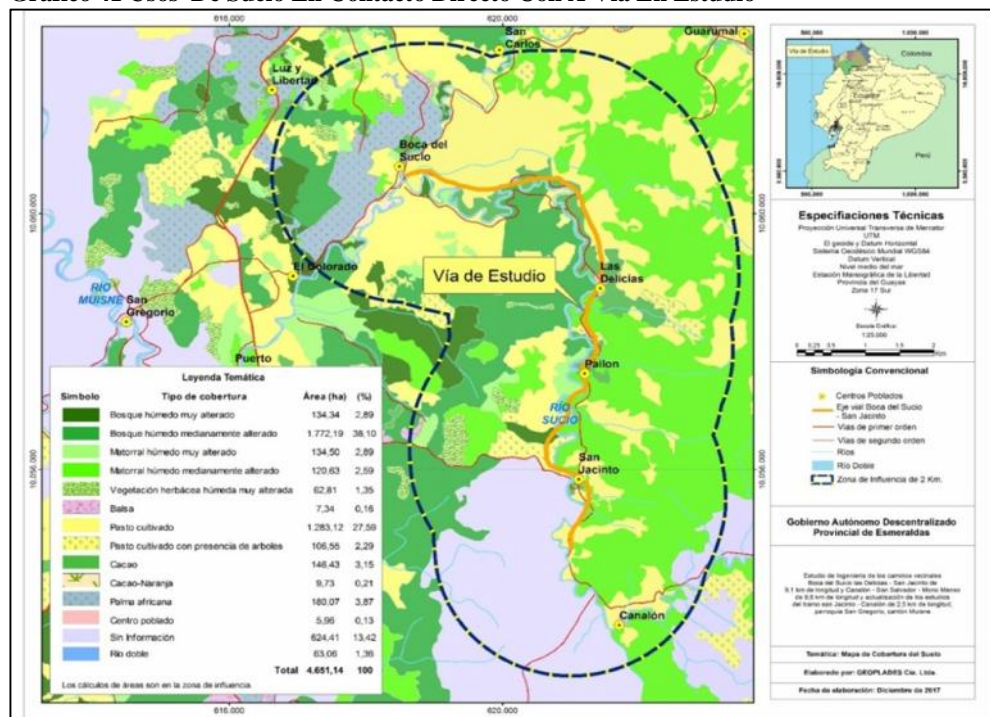
Dentro del área de influencia se encuentran suelos arcillo – limosos, arenosos y pedregosos, de color pardo en superficie y amarillento en profundidad; texturas francas, profundas, con saturación en bases inferior al 50% y alta capacidad de retención de agua entre 50 a 100%. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2018)

Gráfico 40 Tipos De Suelo En Contacto Directo Con A Vía En Estudio



Fuente: MAGAP Ministerio De Agricultura Y Ganadería, 2018

Gráfico 41 Usos De Suelo En Contacto Directo Con A Vía En Estudio



Fuente: MAGAP Ministerio De Agricultura Y Ganadería, 2018

También se encuentran depósitos no consolidados de arena, de colores pardos; arenosos con una capa superior de textura franco limosa; no se hallan estructurados; son sueltos; de alta permeabilidad; profundos; baja capacidad de retención de agua; ligeramente ácidos, moderadamente saturados en bases y conservan ciertas reservas de nutrientes; la materia orgánica, se distribuyen de manera irregular en el perfil, con valores que varían de medios a bajos; fertilidad natural baja. (INEC, 2010)

6.5.3 Hidrografía

El drenaje natural en el área de influencia del proyecto vial está constituido por 6 esteros y 3 quebradas pequeñas, que son aporte del río del Sucio, que al inicio del proyecto desemboca en el río Muisne, para descargar en el océano Pacífico.

Gráfico 42 Red Hidrográfica Del Proyecto



Fuente: Diego Sarabia, 2018

La siguiente Tabla indica la respectiva red hidrográfica existente en el proyecto con su respectiva abscisa de ubicación:

Tabla 101 Red Hidrográfica Existente

Nº	Abscisa	Nombre	L Cauce Km
1	0+133.12	Estero León	10.91
2	4+811.53	Estero las delicias	1.87
3	5+905.13	Estero San Lorenzo	2.28
4	6+917.06	Estero del Chango	2.15
5	8+282.83	Estero S/N 1	1.19
6	8+826.29	Estero Juandé	0.70
7	10+947.64	Estero S/N 2	0.60
8	12+004.64	Quebrada 1	1.26
9	12+880.80	Quebrada 2	2.91
10	13+699.97	Quebrada 3	4.04

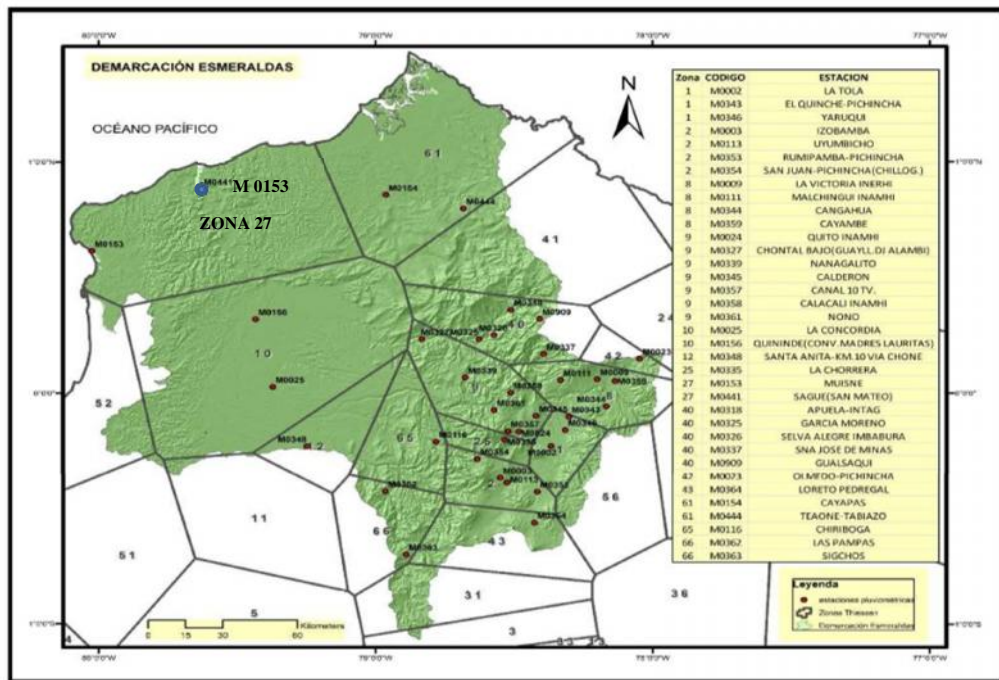
Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.5.4 Información Hidrometeorológica

Como información básica disponible para el estudio, en función de la concepción de la misma (registros meteorológicos), se ha considerado la disponible en las diferentes

publicaciones de acceso libre y privado realizadas por el INAMHI, que es la entidad técnico - científica responsable en el Ecuador de la generación y difusión de la información hidrometeorológica que sirva de sustento para la formulación y evaluación de los planes de desarrollo nacionales y locales. Para una mejor recopilación, procesamiento y entendimiento de la información meteorológica del Ecuador, el INAMHI posee una red de estaciones meteorológicas e hidrométricas que se encuentra dividida/clasificada de acuerdo a las cuencas hídricas de mayor relevancia por su tamaño o la utilización dada a su cauce principal. De esta manera el área de estudio se encuentra contenida dentro de la Zona 27 de la red de estaciones, la misma que corresponde a la cuenca del río Esmeraldas.

Gráfico 43 Zonificación Del Área De Estudio



Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

Por la cercanía al área de estudio, para la caracterización del régimen climático se utilizó la estadística de la estación climatológica ordinaria Muisne (M0153) y de la estación climatológica ordinaria Quinindé (M0156). Las estaciones son operadas por el INAMHI; cuentan con una estadística de datos disponible hasta el año 2015. La

ubicación de las estaciones mencionadas, la estadística de los parámetros climáticos y los períodos de registro de dicha información se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 102 Estaciones Meteorológicas Utilizadas

Código	Estación	Parámetros	Latitud	Longitud	Elevación m s n m	Tipo	Institución	Fecha de Instalación
M-156	Quinindé (convento Madre Lauritas)	Precipitación 1964-2015	00 18' 19" N	79 27'45" W	120	CO	INHAMI	20/09/1963
		Temperatura del aire 1978-2015						
		Humedad Relativa 1982-2015						
		Evaporación 1978-2012						
		Velocidad media del viento 1982-2015						
M-153	Muisne	Precipitación 1964-2015	00 36'54" N	80 01'28" W	6	CO	INHAMI	01/11/1963
		Temperatura del aire 1965-2015						
		Humedad Relativa 1982-2015						
		Velocidad media del viento 1982-2015						

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

Se debe señalar que no existe información hidrométrica en la cuenca ni en las cercanías, sino en otras de mayor magnitud con regímenes hidrológicos complejos. Por lo cual para la determinación de los valores de diseño se utilizarán métodos empíricos o estadísticos. El régimen hidrológico en el país depende de factores climáticos que es necesario conocerlos y describirlos, para identificar las condiciones ambientales de la zona que atraviesa la vía.

6.6 Caracterización Climática

La información climatológica de una zona se puede determinar únicamente sobre la base de los registros estadísticos de estaciones meteorológicas. El área donde se desarrolla el proyecto está ubicada al norte del país, formando parte de la zona costanera, caracterizada por tener un clima húmedo tropical y un promedio de lluvias alto. En los últimos años se ha presentado un cambio paulatino del clima, volviéndose cada vez menos lluvioso y más caluroso. (INEC, 2010)

6.6.1 Factores Climáticos

Entendemos por clima a las condiciones medias de la atmósfera, a lo largo de un período de tiempo. Las zonas climáticas vienen definidas por su latitud,

estableciéndose variaciones importantes de unas áreas con relación a sus vecinas en virtud de las alteraciones topográficas, hidrográficas, etc. (VEN TECHOW, 1994)

En este sentido, el territorio ecuatoriano influenciado por su situación geográfica equinoccial, por la formación orográfica andina, por las corrientes marinas de Humboldt y del Niño y por los vientos alisios, goza de los más variados climas, capaz de cubrir el amplio espectro de todos los climas conocidos. Considerando la resultante de los diversos parámetros expuestos, tendremos que convenir, en términos generales, que estamos ante un clima ecuatorial temperado.

Entendiendo que el clima responde a las condiciones medias de la atmósfera, se puede decir que en el tipo de clima de la zona en estudio influyen factores como:

- Astronómicos se refiere a la ubicación del proyecto en la faja ecuatorial, condición que determina temperaturas similares en cualquier época del año, ya que la inclinación del eje terrestre es mínimo en la línea equinoccial. (TECNOLOGIA, 2004)
- Geográficos Los factores geográficos, se relacionan con la topografía, donde la presencia de la cordillera de los Andes, la altitud geográfica, la interacción atmosférica Continente – Océano, el fenómeno Z CIT o desplazamiento de la zona de convergencia intertropical que a su paso produce grandes variaciones en la precipitación. (TECNOLOGIA, 2004)
- Meteorológicos se puede mencionar la circulación de corrientes marinas y aéreas, el diferente grado de calentamiento o enfriamiento de la superficie. La vegetación influye en las características de albedo, de la capacidad de campo, el escurrimiento y en la tendencia de los parámetros meteorológicos, entre ellos el viento que a su vez contribuye a la renovación de la atmósfera. (TECNOLOGIA, 2004)

Sobre la zona de estudio, influyen los mismos factores genéricos que afectan al país, es decir la latitud, radiación solar, circulación general de la atmósfera, la interacción Océano Pacífico atmósfera y la conformación típica de la orografía de la provincia de Esmeraldas.

6.6.2 Parámetros Climatológicos

En términos generales el clima en la provincia de Esmeraldas está influenciado por las masas de aire húmedo y caliente provenientes del Océano Pacífico que se desplazan hacia el continente y por la presencia de corrientes oceánicas. Con la finalidad de caracterizar las variaciones del clima a lo largo del año, a continuación, se presentan datos de determinados parámetros meteorológicos, registrados en las estaciones climatológicas ordinarias Muisne y Quinindé (Convento Madres Lauritas).

ANEXO N°12: Datos estadísticos Estaciones climatológicas - meteorológicas.

6.6.2.1 Temperatura Del Aire

De la información de la estación aeronáutica Esmeraldas, se desprende que la temperatura media anual es de 25,2 °C (período 1965 a 2015), con una distribución de carácter mono modal; las variaciones de mes a mes no son significativas y por tanto su amplitud (diferencia entre los valores medios mensuales máximos y mínimos) es del orden de 2,0 °C entre el mes más cálido 26,2 °C (abril) y el mes más frío 24,2 °C (septiembre). Del análisis de la información de los valores medios mensuales de temperatura del periodo de registro de la estación Muisne, se establece los valores máximos y mínimos. Los valores extremos registrados son los siguientes:

- Temperatura máxima media: 27,6 °C
- Temperatura mínima media: 22,7 °C

En la siguiente tabla, se muestran las temperaturas características medias, máximas y mínimas registradas en la estación ubicada en la zona de influencia del proyecto.

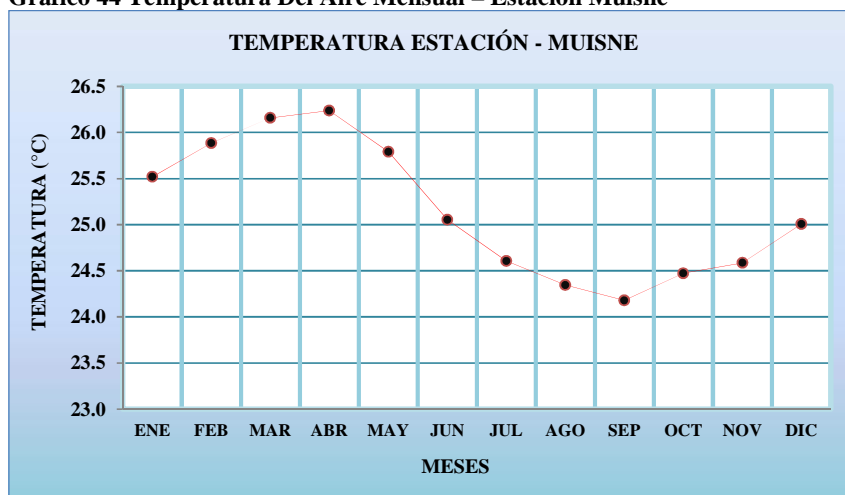
Tabla 103 Temperaturas Medias Mensuales (°C) – Estación Muisne

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Med.
Med	25.5	25.9	26.2	26.2	25.8	25.1	24.6	24.3	24.2	24.5	24.6	25.0	25.2
Máx.	27.2	27.4	27.4	27.6	27.2	26.6	26.6	26.2	26.6	26.6	26.2	26.8	27.6
Mín.	24.2	24.8	25.1	25.4	24.4	23.4	22.7	22.9	23.0	23.3	23.5	24.1	22.7

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

En el siguiente gráfico, se muestra la variación estacional (mes a mes) de las temperaturas medias mensuales.

Gráfico 44 Temperatura Del Aire Mensual – Estación Muisne



Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.6.2.2 Humedad Relativa (HR)

Por las características similares en cuanto se refiere a climáticas y de altitud, la humedad relativa media mensual, a partir de la interpolación de datos de la estación climatológica ordinaria Muisne, medida en porcentaje con respecto al aire saturado hasta el punto de rocío, tiene un valor medio anual del orden del 86,7 %, con una tendencia directa con la lluvia. Los valores máximos ocurren en los meses de julio con un valor del 87,7 %; y, en diciembre este valor desciende hasta el 85,3 %. Esta información corresponde al período 1982 – 2015 y se resume en la siguiente tabla:

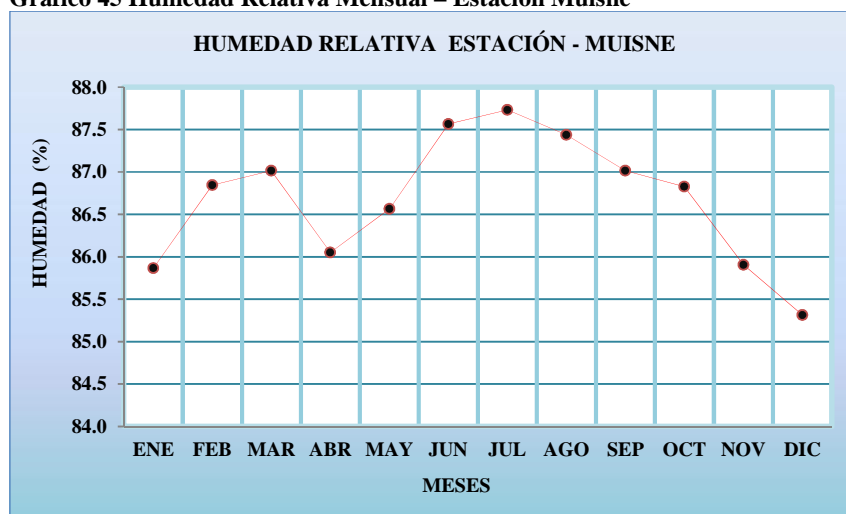
Tabla 104 Humedad Relativa Mensual (%) – Estación Muisne

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Med
Med	85.9	86.8	87.0	86.1	86.6	87.6	87.7	87.4	87.0	86.8	85.9	85.3	86.7
Máx.	92.0	92.0	93.0	93.0	93.0	94.0	95.0	95.0	94.0	93.0	92.0	91.0	95.0
Mín.	76.0	75.0	76.0	76.0	76.0	77.0	80.0	78.0	78.0	78.0	77.0	76.0	75.0

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

Del análisis de esta información se concluye que la zona en estudio se caracteriza por tener alta humedad relativa durante todo el año. La distribución mensual de la humedad ambiental de la estación de referencia es la siguiente

Gráfico 45 Humedad Relativa Mensual – Estación Muisne



Fuente: Diego Sarabia 2018

6.6.2.3 Heliofanía Efectiva

La insolación se mide en horas disponibles con brillo solar. De acuerdo a la estadística disponible en la estación climatológica ordinaria Quinindé (período de registro irregular 1978 a 2012), en la zona de estudio el sol brilla en promedio anual 839,2 horas, para un valor de 69,9 horas al mes. La serie de heliofanía media mensual en horas y decimos de horas se presenta a continuación.

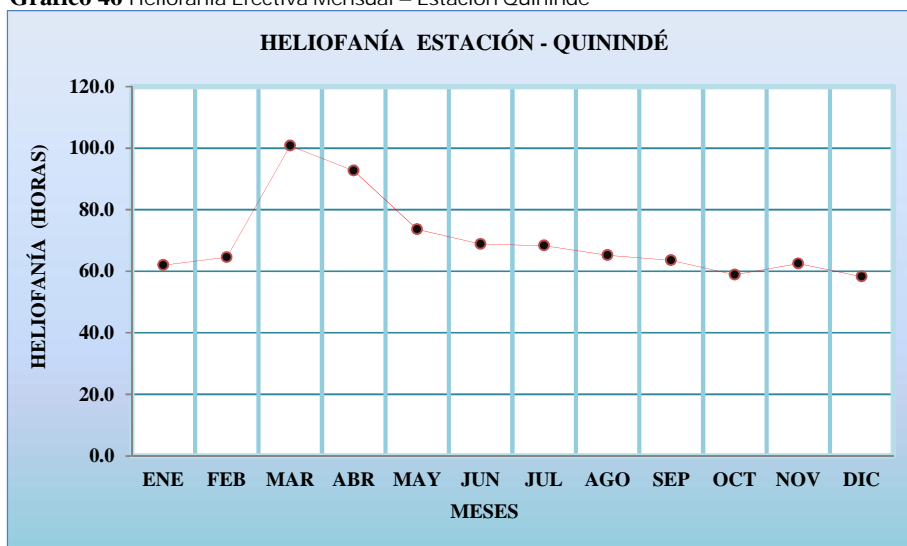
Tabla 105 Heliofanía Media Mensual (Horas/Mes) – Estación Quinindé

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Med
Med	62.0	64.6	100.7	92.7	73.6	68.8	68.4	65.2	63.6	58.8	62.5	58.3	839.2
Máx.	119.9	112.6	129.4	148.5	138.8	112.6	128.8	97.2	102.2	73.7	121.3	93.1	1 110.4
Mín.	27.6	23.3	36.5	71.0	44.9	45.5	49.1	41.9	33.0	26.3	22.8	33.5	585.5

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

Según las tendencias analizadas en la estación mencionada, el sol brilla en promedio 1,2 horas/día, con respecto a las 12 horas diarias de brillo solar, típico de la zona ecuatorial. El rango de variación está entre 0,8 horas/día en la época seca y 1.6 horas/día en la época lluviosa; En el gráfico siguiente, se presenta la variación estacional (mes a mes) de las horas medias mensuales de brillo del sol.

Gráfico 46 Heliofanía Efectiva Mensual – Estación Quinindé



Fuente: Diego Sarabia 2018

6.6.2.4 Velocidad Del Viento

Los vientos medios mensuales (lecturas a las 13h00) varían entre 4,4 a 3,2 m/s, para un valor promedio anual de 3,9 m/s (13,3 km/hora), siendo mayores en la época seca (meses de junio a diciembre) y menores en la época lluviosa (meses de enero a abril); estos valores son promedios que fueron obtenidos de la estación climatológica ordinaria Muisne para el período 1982 a 2015.

El comportamiento del viento se resume en la tabla siguiente.

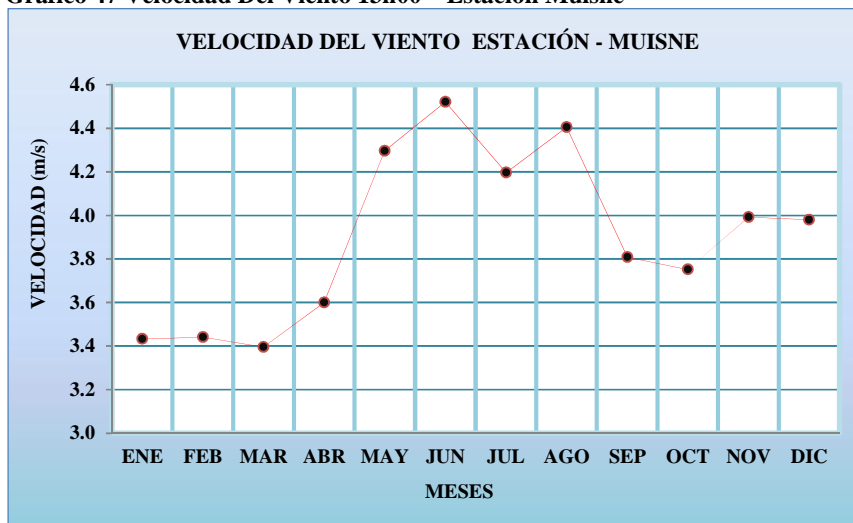
Tabla 106 Velocidad Del Viento (M/S) – Estación Muisne

Año	Ene	Feb	Ma	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Med
Med	3.4	3.4	3.4	3.6	4.3	4.5	4.2	4.4	3.8	3.8	4.0	4.0	3.9
Máx.	8.8	5.9	6.5	6.9	8.8	8.5	10.0	10.0	9.6	7.6	9.0	9.3	10.0
Mín.	2.0	2.0	1.7	2.0	2.3	2.2	2.0	2.1	2.0	2.2	2.0	2.0	1.7

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

En cuanto se refiere a las velocidades máximas medias del viento, la variación es representativa, pues varía desde un máximo absoluto de 10,0 m/s, en el verano (julio y agosto), hasta un valor mínimo medio de 1,7 m/s en los meses de invierno (marzo). Las variaciones mensuales expresadas en metros por segundo se presentan en el siguiente gráfico.

Gráfico 47 Velocidad Del Viento 13h00 – Estación Muisne



Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.6.2.5 Evaporación (Ev.)

El valor medio de la evaporación mensual para la estación Quinindé tomada como referencia para la zona de influencia del proyecto es 90,1 mm; con un valor anual de 1.081,3 mm.

Tabla 107 Evaporación Média Mensual (Mm) – Estación Quinindé

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Med
Med	84.7	87.8	102.8	99.9	83.9	79.8	88.2	90.1	95.8	93.2	86.6	88.7	1 081.3
Máx.	109.6	117.3	132.3	128.6	102.6	111.4	115.2	113.4	136.8	110.1	101.7	115.3	1 319.7
Mín.	44.2	64.0	74.7	74.9	64.3	63.0	69.3	72.9	70.7	77.4	71.4	53.1	996.8

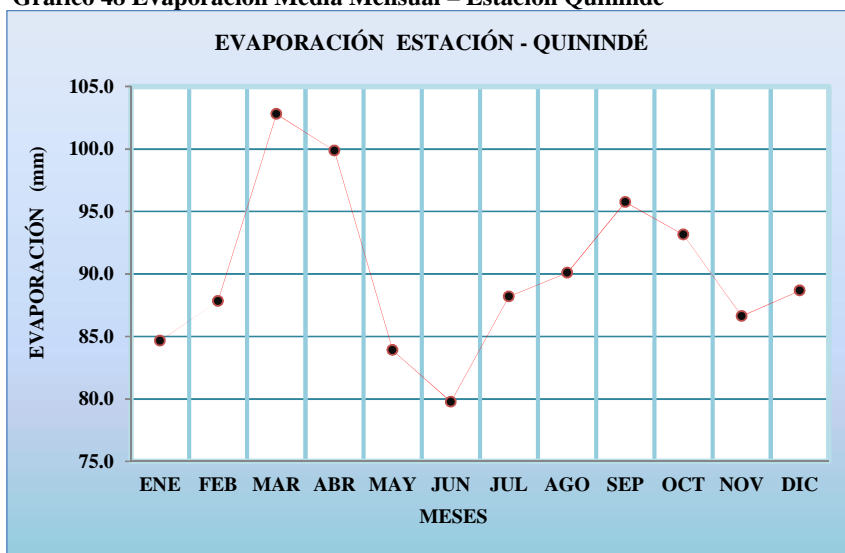
Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

La variación estacional de la evaporación, muestra que los valores medios mensuales máximos zse producen en el mes de marzo (102,8 mm); situación que se justifica por la alta humedad relativa del aire y baja velocidad del viento, propio del período húmedo del año. Los menores índices de evaporación medía mensual tienen lugar en

el período mayo a julio, siendo el mes de junio con 79,8 mm el de menor evaporación, los valores extremos registrados son los siguientes:

- Evaporación máxima media: 136,8 mm (Septiembre)
- Evaporación mínima media: 44,2 mm (Enero)

Gráfico 48 Evaporación Média Mensual – Estación Quinindé



Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.6.2.6 Evapotranspiración Potencial (Etp)

La evapotranspiración es un parámetros meteorológicos importante para la estimación de los recursos hídricos disponibles en una región; sin embargo, no se cuenta con una metodología que permita medirla a escala, si bien se dispone de mediciones en las redes de observación, los resultados obtenidos no son directamente utilizables, sino que deben ser extrapolados espacialmente (TECNOLOGIA, 2004).

Para la obtención de este parámetro, se utilizó la fórmula de J. García Benavides y J. López Díaz, que es una ecuación utilizada para las condiciones geográficas de nuestro país (trópicos entre 15° N y 15° S) (VEN TECHOW, 1994)

$$ETP = [1,21 \times 10^{\frac{7,45t}{234,7+t}} (1 - 0,01HR) + 0,21t - 2,30] \times D \quad \text{Ec. 37}$$

Dónde:

t temperatura media mensual, en °C

HR humedad relativa media mensual, en %

D número de días del mes

Tabla 108 Evapotranspiración Potencial Etp (mm)

Parámetro	Ene	Feb	M	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
HUMEDAD RELATIVA (%)	85.9	86.8	87.0	86.1	86.6	87.6	87.7	87.4	87.0	86.8	85.9	85.3	86.7
TEMPERATURA MEDIA (°C)	25.5	25.9	26.2	26.2	25.8	25.1	24.6	24.3	24.2	24.5	24.6	25.0	25.2
NUMERO DE DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30.4
ETP J.GARCIA - J. LOPEZ	123.4	112.3	126.2	124.7	124.1	112.5	112.3	110.8	106.7	113.0	111.9	120.3	116.5
TOTAL:													1398.20

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

Gráfico 49 Evapotranspiración Potencial



Fuente: Diego Sarabia, 2018

A partir de los datos de temperatura y humedad relativa media mensual registrados en la estación Muisne, se estableció un valor de Etp total anual de 1.398,2 mm.

6.6.2.7 Precipitación

La precipitación es uno de los principales elementos que se consideran en una clasificación climática y su interés estriba porque la precipitación es el resultado de numerosos factores atmosféricos y geográficos y por otro en que el agua es un elemento fundamental para la vida de la vegetación, los ecosistemas y la actividad humana. (TECNOLOGIA, 2004).

En nuestro caso para la zona donde se implanta el proyecto vial, se ha tomado como información representativa la precipitación promedio a nivel mensual, en la estación climatológica ordinaria Muisne, para el período irregular 1964 - 2015, con 42 años completos, considerada representativa para la zona del proyecto por su cercanía.

LLUVIAS ANUALES: Con la información de la estación climatológica ordinaria Muisne, se evaluó la cantidad de precipitación, determinándose que las lluvias medias anuales alcanzan un promedio de 1.934,5 mm, que puede categorizarse como “lluvioso”, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 109 Registro De Precipitación Anual (mm) – Estación Muisne

Año De Registro	M0153 Muisne	Año De Registro	M0153 Muisne
1964	1,763.9	1997	3,536.8
1965	2,243.7	1998	2,556.7
1966	1,389.6	1999	2,225.3
1967	1,121.6	2000	904.3
1968	1,317.3	2001	909.9
1969	1,305.5	2002	1,709.8
1970	1,568.4	2003	2,623.5
1971	1,827.5	2004	1,659.3
1972	2,318.6	2005	1,910.9
1973	3,781.3	2006	1,057.3
1974	4,047.8	2007	1,472.7
1980	1,253.9	2008	1,654.7
1981	935.0	2009	1,005.1
1985	1,379.4	2010	2,718.6
1992	3,185.9	2012	2,486.5
1993	2,734.8	2013	1,372.6
1994	5,142.3	2014	1,474.4
1995	1,201.9	2015	1,984.8
1996	998.9	Medía	1934.5

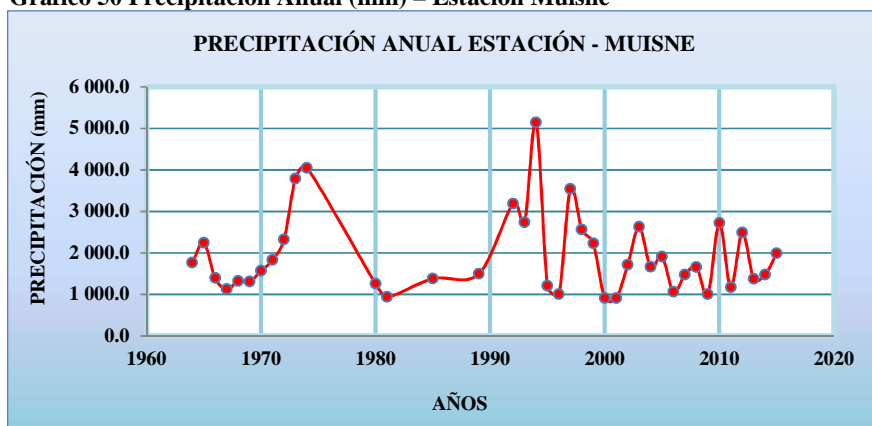
Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

En resumen, se tiene los siguientes valores representativos de la estación Muisne:

- Año medio 1.934,5 mm
- Año más lluvioso (1994) 5.142,3 mm
- Año más seco (2000) 904,3 mm

El gráfico siguiente ha sido elaborado con información registrada por la estación Muisne representativa del área de estudio, para el período irregular 1964 – 2015.

Gráfico 50 Precipitación Anual (mm) – Estación Muisne



Fuente: Diego Sarabia, 2018

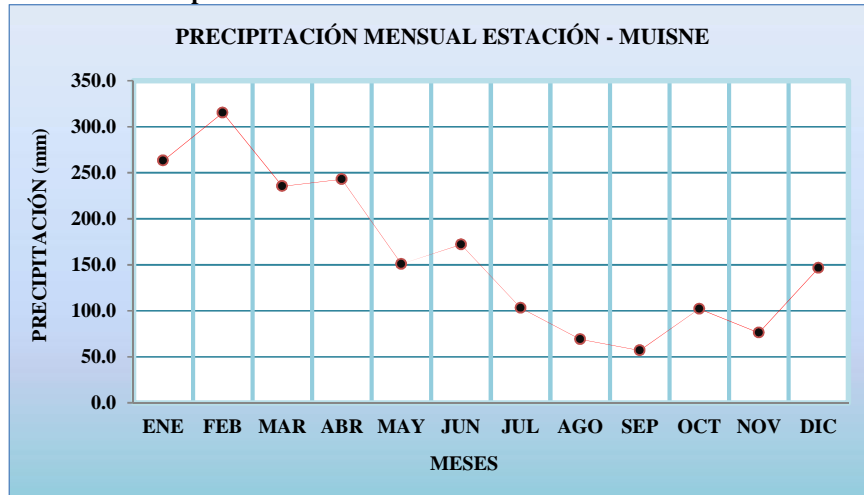
Lluvias Mensuales: En la tabla y gráfico siguientes, se presenta la precipitación mensual promedio de la estación en referencia que representa las condiciones de la zona de estudio.

Tabla 110 Precipitación Média Mensual (Mm) - Estación Muisne

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	M.
Med	263.1	315.3	235.5	242.9	150.9	172.0	103.4	69.1	57.1	102.3	76.3	146.7	1 934.5
Máx.	767.1	1 053.7	757.3	1 224.7	634.0	542.3	349.7	393.7	303.0	602.0	650.3	1 135.1	5 142.3
mín.	50.7	26.7	9.8	0.0	0.0	2.9	2.0	2.7	4.6	0.6	4.0	0.0	904.3

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2018

Gráfico 51 Precipitación Media Mensual - Estación Muisne



Fuente: Diego Sarabia, 2018

La distribución mensual de la lluvia, al juzgar por el promedio de los valores obtenidos de la estación climatológica ordinaria Muisne, en la zona del proyecto vial, permite observar el siguiente comportamiento:

- La precipitación se distribuye a lo largo de todo el año, con un periodo de mayor precipitación en el mes de febrero, cuyo valor máximo es 315,3 mm/mes.
- Los valores mínimos se localizan en el mes de septiembre con un valor de 57,1 mm/mes.
- El flujo anual de precipitación es de carácter mono modal, con un máximo y un mínimo.

6.6.3 Balance Hídrico

El conocimiento de la precipitación y de la evapotranspiración potencial (cantidad máxima posible de evaporación y transpiración vegetal) de un lugar determinado, permite establecer el balance hídrico anual. Los elementos climáticos que intervienen en el cálculo son independientes entre sí y son:

- La precipitación pluvial, que constituye la fase de transferencia del agua de la atmósfera al suelo, abasteciendo de humedad al mismo; y, la otra fase opuesta que constituye el proceso conocido como (VEN TECHOW, 1994)
- Evapotranspiración, que viene a ser el retorno del agua a la atmósfera como resultado de la evaporación y de la transpiración vegetal. (VEN TECHOW, 1994)

Las dos magnitudes se evalúan en cantidad de agua por unidad de superficie, pero se traducen generalmente en alturas de agua; la unidad más utilizada es el milímetro. Al ser estas dos magnitudes físicamente homogéneas, se las puede comparar calculando, ya sea su diferencia (precipitaciones menos evaporación), ya sea su relación (precipitaciones sobre evaporación) (VEN TECHOW, 1994). Es común, en el estudio de los balances hídricos, comparar las precipitaciones P y la evapotranspiración potencial ETP , lo cual permite distinguir situaciones diferentes en función de umbrales que son directamente significativos para un lugar o un período dado:

- Si $P < Etp$, la evaporación real será igual a P ; habrá deducción sobre las reservas, ausencia de escurrimiento.
- Si $P > ETP$, la evaporación real será igual al Etp , habrá escurrimiento y constitución de reservas; el período se llamará excedente. (VEN TECHOW, 1994).

Para el presente estudio, comparando la precipitación y la evapotranspiración potencial Etp con valores medios mensuales, se establece el balance hídrico, para la zona de estudio.

El balance hídrico mensual con la información de lluvias de la estación de referencia se presenta a continuación.

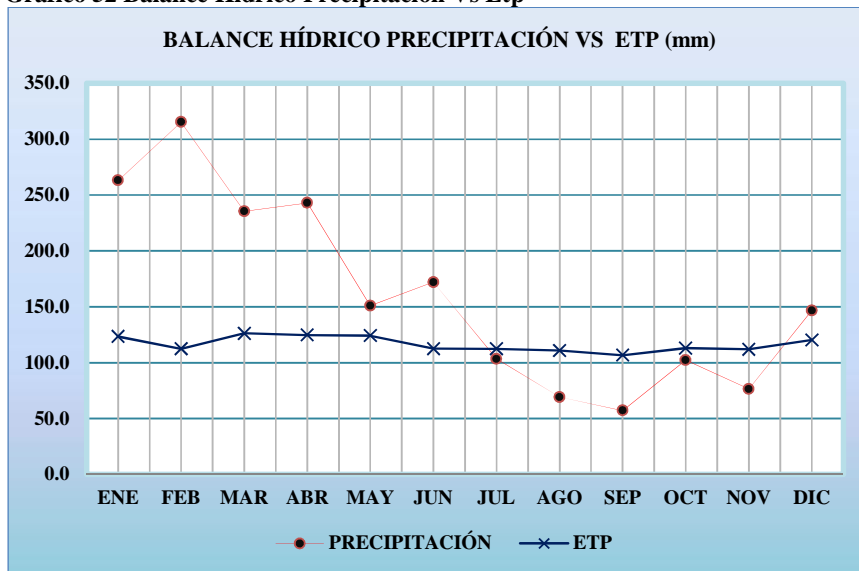
Tabla 111 Balance Hídrico Precipitación Vs Etp

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
PRECIPITACIÓN (mm)	263.1	315.3	235.5	242.9	150.9	172.0	103.4	69.1	57.1	102.3	76.3	146.7	161.2
ETP J.GARCIA - J. LOPEZ (mm)	123.4	112.3	126.2	124.7	124.1	112.5	112.3	110.8	106.7	113.0	111.9	120.3	116.5
BALANCE HÍDRICO (mm)	139.8	203.0	109.3	118.2	26.8	59.5	-9.0	-41.7	-49.6	-10.7	-35.6	26.4	44.7

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Considerando los valores promedio de los dos métodos, la evapotranspiración oscila entre los 110,0 y 125,0 mm. La precipitación es menor que la evapotranspiración durante cinco meses del año (julio a noviembre) por lo que habrá déficit de agua, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Gráfico 52 Balance Hídrico Precipitación Vs Etp



Fuente: Diego Sarabia, 2018

El gráfico se elaboró en base a la comparación entre los valores de precipitación mensual (mm) de la estación Muisne y la evapotranspiración promedio mensual Etp (mm) presentados anteriormente.

6.7 Evaluación y diagnóstico de los Sistemas de Drenaje y Subdrenaje Existentes

6.7.1 Inventario De Estructuras De Drenaje Transversal

En base al levantamiento topográfico y la inspección en campo se llegó a determinar que a lo largo del proyecto se encontraron con alcantarillas construidas, tanto de sección rectangular como circulares; a continuación se indica el inventario realizado de las obras existentes con sus respectivas abscisas de ubicación, cotas, material etc.

Tabla 112 Inventario De Estructuras De Drenaje Transversal Existentes

Abscisa	Ø m	B m	H m	ORIGEN		Material	Alacant. Tipo	Altura m	Observaciones
				Izq.	Der.				
0+133.12		4.75	3.00	x		Hormigón	Existente	3.06	Estero León
1+968.25	1.20			x		Metálica	Existente	3.11	Paso natural
2+462.13		3.70	4.00	x		Hormigón	Existente	4.54	Paso natural
4+811.53	1.20			x		Hormigón	Existente	3.20	Estero las delicias
5+905.13		3.60	4.00	x		Hormigón	Existente	3.86	Estero San Lorenzo
6+419.71	1.20			x		Metálica	Existente	3.19	Paso natural
6+917.06		3.50	4.00	x		Hormigón	Existente	3.86	Estero del Chanfo
7+673.25	1.20			x		Metálica	Existente	3.19	Paso natural
7+766.46	1.20			x		Metálica	Existente		Paso natural
7+830.00	1.20			x		Metálica	Existente		Paso natural
7+958.77	1.20			x		Metálica	Existente	2.88	Paso natural
8+282.83	1.00			x		Metálica	Existente	3.11	Estero s/n 1
8+756.52	1.00			x		Metálica	Existente	3.01	Paso natural
8+826.29	1.20			x		Metálica	Existente	2.34	Estero Juandé
8+936.38	1.20			x		Metálica	Existente	1.94	Paso natural
9+114.90	1.00			x		Metálica	Existente	2.33	Paso natural
10+174.98	1.20			x		Metálica	Existente	3.03	Paso natural
10+796.51	1.20			x		Metálica	Existente	1.97	Paso natural
10+947.64	1.20			x		Metálica	Existente	2.28	Estero s/n 2
11+197.61	1.00			x		Metálica	Existente	2.62	Paso natural
11+315.15	1.20			x		Metálica	Existente		Paso natural
11+544.25	1.20			x		Metálica	Existente	3.16	Paso natural
11+663.14	1.20			x		Metálica	Existente	1.84	Paso natural
11+838.30	1.20			x		Metálica	Existente	2.18	Paso natural
12+004.64		4.00	4.00	x		Hormigón	Existente	2.96	Quebrada 1
12+880.80		4.00	4.00	x		Hormigón	Existente	4.30	Quebrada 2
13+699.97		3.60	5.00	x		Hormigón	Existente	5.60	Quebrada 3
17+733.11	1.20				x	Hormigón	Existente	2.48	Paso natural
17+821.49	1.00				x	Metálica	Existente	2.62	Paso natural
18+697.30	1.00				x	Metálica	Existente	2.33	Paso natural
18+825.42	1.20				x	Metálica	Existente	2.38	Paso natural
18+885.06	1.20			x		Metálica	Existente		Paso natural

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Las alcantarillas se encuentran en su mayoría en buen estado, y funcionalmente se encuentran transportando el flujo de agua, lo que se ha observado en la evaluación es que en su gran mayoría contienen material dentro del cuerpo por lo que se requiere realizar trabajos de mantenimiento rutinario de roce y limpieza

6.7.2 Inventario De Estructuras De Drenaje Longitudinal

La evaluación que se presenta corresponde al tramo desde el sector de la Boca del Sudio (Km. 0+000) hasta el sector de San Salvador (Km. 19+140.384) en donde se evalúa todas las estructuras posibles existentes, además en esta evaluación se incluye la existencia de muros de contención. En el presente estudio no se ha encontrado ninguna estructura en el tramo a evaluar.

6.7.3 Inventario De Estructuras De Subdrenaje

Así mismo cabe señalar que a lo largo de los 19.140 km no existe ningún tipo de subdrénes que permita un buen estado de la vía actual.

6.8 Parámetros De Diseño

6.8.1 Determinación Del Tiempo De Concentración

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca. (VEN TECHOW, 1994)

Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida (VEN TECHOW, 1994).

Con el fin de disponer de un valor de duración de intensidad de lluvia que permita calcular el caudal máximo a la salida de la cuenca de drenaje, se adoptó dicha duración igual al tiempo de concentración.

Existen varios métodos o ecuaciones empíricas que permiten definir el tiempo de concentración Tc. Para el presente caso se utilizó la fórmula de KIRPICH, la misma que se recomienda y se ha comprobado, arroja resultados satisfactorios en los proyectos viales del país (VEN TECHOW, 1994).

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{Lr^3}{\Delta H} \right)^{0.385} \quad \text{Ec. 38}$$

Dónde:

Tc tiempo de concentración, en horas (minutos)

OLr longitud del cauce principal, en (metros)

H desnivel crítico del cauce principal, en (metros)

Los valores de los parámetros físico – morfo métricos y el tiempo de concentración fueron calculados para los cauces que atraviesan la vía durante todo su kilometraje, los cuales se resumen a continuación.

Tabla 113 Parámetros Físicos Y Tiempos De Concentración

Nº	Abscisa	Nombre	Lr	H máx.	H mín.	H	Hc	A	Tc
		Cauce	km	msnm	msnm	m	m	km ²	min
1	0+133.12	Estero León	10.91	160.00	5.60	154.40	102.93	11.23	129.15
2	4+811.53	Estero las delicias	1.87	106.00	10.00	96.00	64.00	1.67	20.22
3	5+905.13	Estero San Lorenzo	2.28	106.00	11.00	95.00	63.33	1.86	25.53
4	6+917.06	Estero del Chanfo	2.15	120.00	12.00	108.00	72.00	1.75	22.71
5	8+282.83	Estero S/N 1	1.19	110.00	14.00	96.00	64.00	0.29	12.00
6	8+826.29	Estero Juandé	0.70	50.00	13.00	37.00	24.67	0.36	9.38
7	10+947.64	Estero S/N 2	0.60	65.00	18.00	47.00	31.33	0.18	7.16
8	12+004.64	Quebrada 1	1.26	50.00	15.00	35.00	23.33	0.53	18.90
9	12+880.80	Quebrada 2	2.91	106.00	17.00	89.00	59.33	2.04	34.70
10	13+699.97	Quebrada 3	4.04	140.00	19.00	121.00	80.67	5.24	45.03

Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.8.2 Parámetros Físicos

La cuenca hidrográfica se define como un área limitada topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente

es descargado a través de una salida simple, localizada en el punto más bajo de la misma (VEN TECHOW, 1994). El límite topográfico es la divisoria, la cual se define como la línea que separa las precipitaciones que caen en cuencas inmediatamente vecinas y que encaminan la escorrentía resultante a uno u otro sistema fluvial. (VEN TECHOW, 1994). Dentro del área de estudio se identificó 7 esteros que se localizan en las abscisas 0+133.12, 4+811.53, 5+905.13, 6+917.06, 8+282.83, 8+826,29 y 10+947.64; donde se ha previsto las correspondientes obras de drenaje. Adicionalmente, existen drenajes naturales, con cuencas de drenaje pequeñas, que se localizan en las abscisas 12+004.64, 12+880.80 y 13+699.97. El área de aporte fue delimitada en las cartas topográficas del IGM a escala 1:50.000 mediante el uso de las siguientes hojas IGM: Nuevo (Hoja CT NII – C1, 3695 - IV) y El Mamey (Hoja CT NII – C3, 3695 - III), las mismas que fueron utilizadas para la determinación de la longitud del cauce y más parámetros físicos de los cauces naturales. **ANEXO N°13: Plano de Cuencas Hidrográficas.** En la siguiente tabla, se presentan los parámetros físico - morfo métricos, donde consta la información empleada en los cálculos y que son los siguientes:

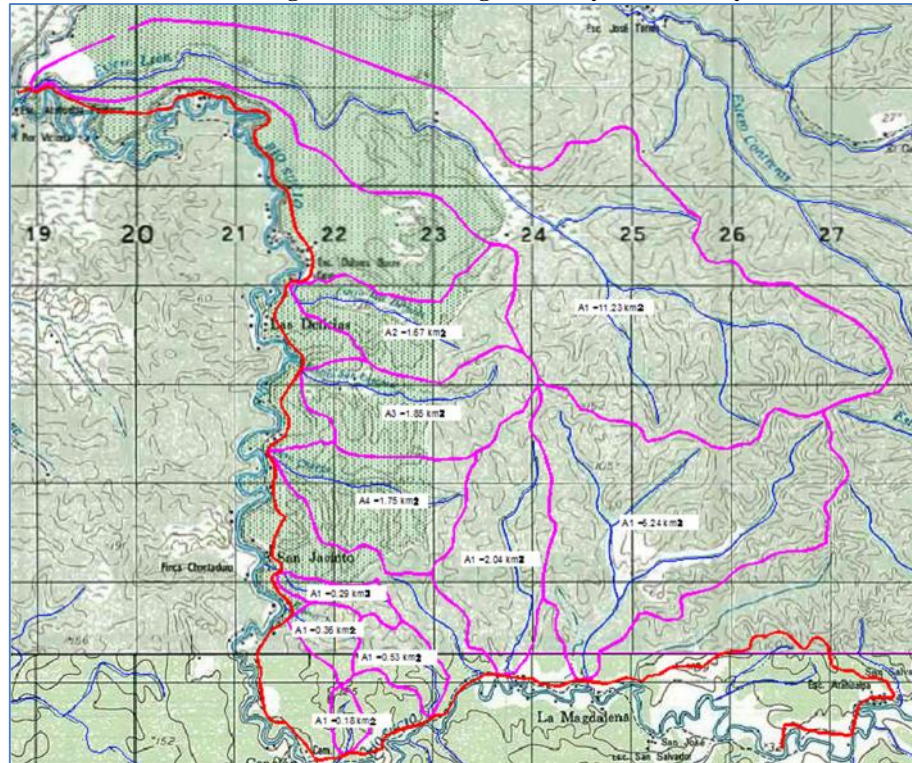
- A área de la cuenca, en km²
- Lr longitud del cauce principal, en km
- H máx. altitud máxima de la cuenca hidrográfica, en m
- H mín. altitud mínima de la cuenca hidrográfica, en m
- H desnivel (H máx. – H mín.), en m

Tabla 114 Parámetros Físicos De Las Cuencas De Drenaje

Nº	Abscisa	Nombre	Lr	H máx.	H mín.	H	A
		Cauce	km	msnm	msnm	m	km ²
1	0+133.12	Estero León	10.91	160.00	5.60	154.40	11.23
2	4+811.53	Estero las delicias	1.87	106.00	10.00	96.00	1.67
3	5+905.13	Estero San Lorenzo	2.28	106.00	11.00	95.00	1.86
4	6+917.06	Estero del Chanfo	2.15	120.00	12.00	108.00	1.75
5	8+282.83	Estero S/N 1	1.19	110.00	14.00	96.00	0.29
6	8+826.29	Estero Juandé	0.70	50.00	13.00	37.00	0.36
7	10+947.64	Estero S/N 2	0.60	65.00	18.00	47.00	0.18
8	12+004.64	Quebrada 1	1.26	50.00	15.00	35.00	0.53
9	12+880.80	Quebrada 2	2.91	106.00	17.00	89.00	2.04
10	13+699.97	Quebrada 3	4.04	140.00	19.00	121.00	5.24

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 53 Cuencas Hidrográficas A Lo Largo Del Proyecto Del Proyecto



Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.8.3 Periodo De Retorno

Para las cuencas hidrográficas de los 7 esteros y las otras 3 pequeñas cuencas de drenaje, se ha considerado el riesgo admisible para un período de recurrencia de diseño de T = 25 años. (MANOSALVE, 1995)

Con el fin de determinar el período de retorno de la crecida de diseño se relaciona el valor adecuado para la probabilidad de falla de la estructura o riesgo y la vida útil de la obra. La probabilidad que la variable sea mayor que un cierto valor (R) asociado a un período de retorno (T) en el transcurso de una vida útil de n= 25 años, que es lo que se denomina riesgo de falla, puede calcularse con la expresión siguiente: (MANOSALVE, 1995)

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad \text{Ec. 39}$$

Dónde:

R Riesgo de ocurrencia de fallo de la obra

T Periodo de diseño (años)

n vida útil de la estructura a diseñarse

De esta manera se llegaron a determinar los siguientes valores:

Tabla 115 Riesgo De Las Obras De Arte Menor

Tipo De Obra	R (%)
Alcantarillas de paso	64
Drenaje de cunetas	64

Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.8.4 Lluvias Intensas

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan las lluvias (estimadas como intensidad de precipitación), la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el período de retorno .

Con el fin de considerar en el cálculo de caudales, las magnitudes máximas de precipitación pluvial, se han elaborado las curvas "Intensidad – Duración - Frecuencia" (IDF) características para el sector en estudio, utilizándose para el cálculo como dato básico el correspondiente a la precipitación máxima en 24 horas,

valor implícito en la magnitud de I_d de acuerdo a las relaciones establecidas por el INAMHI, en las ecuaciones pluviométricas obtenidas en la ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE LLUVIAS INTENSAS, editadas en el año 2015.

El área de influencia del área en estudio se ubica en la Zona 27, de la zonificación de intensidades de lluvia propuesto en la publicación mencionada

Tabla 116 Ecuación Representativa Estación Muisne – 0.153

CÓDIGO	ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
M - 0153	MUISNE	5min < 52.69 min	$ITR = 36.14 T_c^{-0.236} I_{dtr}$
		70min < 1440 min	$ITR = 309.85 T_c^{-0.778} I_{dtr}$

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

Dónde:

ITR intensidad de precipitación, en mm/hora

T_c duración de la intensidad, igual al tiempo de concentración, en minutos

tr período de retorno o de recurrencia, en años

I_{dTR} intensidades de lluvia máxima para una duración de tormenta de 24 horas con periodo de retorno asociado, en mm/hora

La zonificación de intensidades de precipitación a lo largo del país y las isolíneas de I_d para el periodo de retorno de 25 y 50 años considerada en la metodología empleada, se presentan en el **ANEXO N°14: Zonificación de Intensidades de la Demarcación del Esmeraldas e Intensidades Máximas en 24 Horas para $TR = 25$ y 50 años.,** obteniendo los siguientes valores:

- $I_{d25} = 5,51$ mm/hora (período de retorno 25 años)
- $I_{d50} = 6,24$ mm/hora (período de retorno 50 años)

La duración de la lluvia de diseño es igual al tiempo de concentración t_c para el área de drenaje en consideración, dado que la escorrentía alcanza su pico en el tiempo de concentración, cuando toda el área está contribuyendo al flujo en la salida.

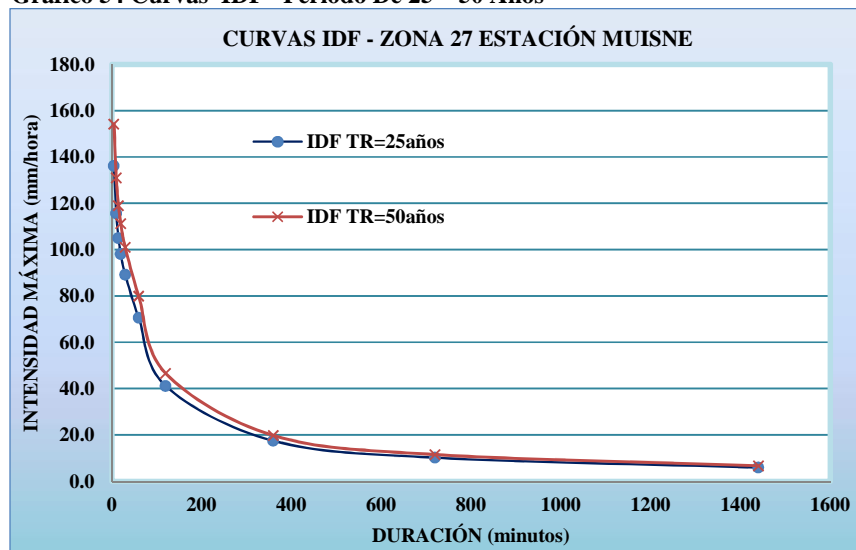
A continuación se determinan las intensidades máximas de lluvia en la zona en estudio, para el período de retorno de estudio y diferentes duraciones, resumiéndose los resultados obtenidos en la tabla y gráfico siguientes.

Tabla 117 Intensidad Máxima De Lluvias Para 24 Horas

Tr (años)	Intensidad En (mm/hora)									
	Duración En Minutos									
	5	10	15	20	30	60	120	360	720	1440
25	136.20	115.65	105.10	98.20	89.24	70.62	41.18	17.52	10.22	5.96
50	154.25	130.97	119.02	111.21	101.06	79.97	46.64	19.84	11.57	6.75

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 54 Curvas IDF Período De 25 – 50 Años



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Con estos valores, aplicados a la ecuación antes indicada y considerando el tiempo de concentración T_c , se determinaron los valores de intensidad para cada uno de los períodos de recurrencia, cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 118 Intensidades De Cauces Naturales

Nº	Abscisa	Nombre	Tc	Intensidad
		Cauce	min	25 años (mm/h)
1	0+133.12	Estero León	129.15	38.89
2	4+811.53	Estero las delicias	20.22	97.94
3	5+905.13	Estero San Lorenzo	25.53	92.70
4	6+917.06	Estero del Chanfo	22.71	95.30
5	8+282.83	Estero S/N 1	12.00	110.78
6	8+826.29	Estero Juandé	9.38	117.40
7	10+947.64	Estero S/N 2	7.16	125.13
8	12+004.64	Quebrada 1	18.90	99.51
9	12+880.80	Quebrada 2	34.70	86.22
10	13+699.97	Quebrada 3	45.03	81.08

Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.9 Caudales

Para estimar el valor del caudal máximo y con la finalidad de cumplir con uno de los requerimientos principales del estudio, que es el establecer el nivel de agua en la estructura de drenaje, se procedió al cálculo por el Método Racional, Método de V.T. Chow. Estos métodos permitirán establecer los valores del caudal máximo de diseño para las 10 cuencas hidrográficas en total.

6.9.1 Método Racional

Este método se basa en las siguientes consideraciones: si una lluvia de intensidad uniforme (I) cae sobre la totalidad de una cuenca y dura el tiempo necesario para que todas sus partes contribuyan al derrame en el punto de descarga, el caudal resultante será directamente proporcional a la intensidad de precipitación menos las pérdidas por infiltración y evaporación estimadas a través del coeficiente de escurrimiento (C). Además se considerará que la duración de la lluvia P es igual al tiempo de concentración tc. (MANOSALVE, 1995)

$$Q = \frac{C I A}{3.6}$$

Ec. 40

Dónde:

Q caudal calculado, en m³/s

C coeficiente de escorrentía

I intensidad de precipitación, en mm/h

A área de la cuenca, en km²

El coeficiente de escorrentía se lo determina tomando en cuenta las características físicas, hidrológicas de las cuencas en estudio y cuyos valores se encuentran entre 0 y 1; 0 para cuencas permeables y 1 para cuencas impermeables.

6.9.2 Determinación Del Coeficiente De Escorrentía C

En la siguiente tabla se establece el método de cálculo para cada una de las cuencas determinadas a lo largo del proyecto:

Tabla 119 Método Utilizado Para El Cálculo De La Escorrentía

Nº	Abscisa	Nombre	Método	A
		Cauce		km ²
1	0+133.12	Estero León	Racional	11.23
2	4+811.53	Estero las delicias	Racional	1.67
3	5+905.13	Estero San Lorenzo	Racional	1.86
4	6+917.06	Estero del Chanfo	Racional	1.75
5	8+282.83	Estero S/N 1	Racional	0.29
6	8+826.29	Estero Juandé	Racional	0.36
7	10+947.64	Estero S/N 2	Racional	0.18
8	12+004.64	Quebrada 1	Racional	0.53
9	12+880.80	Quebrada 2	Racional	2.04
10	13+699.97	Quebrada 3	Racional	5.24

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Para la determinación del coeficiente de escorrentía se utilizó la tabla del **ANEXO N°15: Tabla De Coeficientes De Escorrentía**, en donde se obtuvieron los siguientes para los esteros: las León, Las delicias, San Lorenzo, Chanfo, Juandé, s/n 1, s/n 2 y las quebradas: Quebrada 1, Quebrada 2 y Quebrada 3.

Tabla 120 Determinación Del Coeficiente De Escorrentía

Nombre Cauce	Bosque Natural		Pastos		C
	%	C	%	C	
Estero León	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Estero las delicias	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Estero San Lorenzo	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Estero del Chanfo	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Estero S/N 1	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Estero Juandé	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Estero S/N 2	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Quebrada 1	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Quebrada 2	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22
Quebrada 3	98.60%	0.22	1.40%	0.22	0.22

Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.9.3 Determinación De Caudales Para el Diseño De Alcantarillas

Tabla 121 Determinación Caudales Método Racional

Determinación Del Caudal Método Racional								
Nº	Abscisa	Nombre	COEF	Tc	I ₂₅	A	Q ₂₅	Q ₂₅
		Cauce	C	min	mm/h	km ²	m ³ /s	Lt/s
1	0+133.12	Estero León	0.22	129.15	38.89	11.23	26.69	26691.5
2	4+811.53	Estero 1	0.22	20.22	97.94	1.67	10.00	9995.4
3	5+905.13	Estero 2	0.22	25.53	92.70	1.86	10.54	10536.9
4	6+917.06	Estero 3	0.22	22.71	95.30	1.75	10.19	10191.8
5	8+282.83	Estero 4	0.22	12.00	110.78	0.29	1.96	1963.3
6	8+826.29	Estero 5	0.22	9.38	117.40	0.36	2.58	2582.8
7	10+947.64	Estero 6	0.22	7.16	125.13	0.18	1.38	1376.4
8	12+004.64	Quebrada 1	0.22	18.90	99.51	0.53	3.22	3223.2
9	12+880.80	Quebrada 2	0.22	34.70	86.22	2.04	10.75	10749.2
10	13+699.97	Quebrada 3	0.22	45.03	81.08	5.24	25.96	25963.2

Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.10 Dimensionamiento De Las Obras De Drenaje

El efecto del agua en el pavimento es perjudicial por lo que debe ser evacuada a través de los sistemas de drenaje superficial y subterráneo. Para un adecuado drenaje superficial se ha previsto la implantación de diferentes obras de drenaje transversal y longitudinal. (DIALNET, 2004)

Para seguridad de la vía se ha previsto obras de subdrenaje convencional para controlar y/o limitar la presencia de humedad en la obra básica, teniendo como

funciones específicas interceptar y desviar las corrientes subterráneas antes que lleguen a la subrasante o abatir el nivel freático. (MANOSALVE, 1995) El subdrenaje está constituido por zanjas excavadas, rellenas de material filtrante y elementos de captación y transporte de agua (tubo corrugado y perforado).

6.10.1 Cunetas

El agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, tanto de la propia carretera como del aporte de los taludes superiores adyacentes, debe ser encauzada y evacuada de tal forma que no se produzca daños a la vía ni afecte su transitabilidad. (VEN TECHOW, 1994). La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de las alcantarillas pluviales, cuya ubicación será la adecuada para no afectar la propiedad adyacente. En el análisis de estas estructuras se ha considerado la siguiente expresión para el aporte de las aguas lluvias:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

Dónde:

Q_T Caudal total a ser evacuado, en m³/s

Q_1 Caudal aportado por el talud de corte, en m³/s

Q_2 Caudal aportado por el semi ancho de la vía, en m³/s

6.10.1.1 Cunetas Laterales En Corte y relleno

Estas estructuras tienen como misión fundamental la de coleccionar y conducir la escorrentía superficial producto de la precipitación pluvial, la cual procede desde la calzada y taludes de corte adyacentes, adoptándose las dimensiones y características señaladas en las secciones típicas propuestas de la vía para una longitud determinada

en dependencia del caudal transportado (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, 2013).

- Pendientes y velocidades.- Las pendientes longitudinales están dadas de acuerdo al tipo de material que se ocuparan para el diseño; de esta manera:

Cunetas revestidas 0.2%

Cunetas sin revestir 0.5%

La pendiente máxima está definida por el trazado vial, siendo este valor del 15% y cuyas cunetas en estos tramos serán necesarias de realizar descargas continuas con el fin de mantener un buen estado de estas estructuras. La velocidad máxima al ser cunetas revestidas de hormigón será de 4.50m/s y velocidad mínima para evitar efectos de sedimentación de 0.60 m/s (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 265).

Tabla 122 Velocidades Máximas

Material	Velocidad (m/s)
Arena finas y limos	0.40 - 0.60
Arcilla arenosa	0.50 - 0.75
Arcilla firme	1.00 - 1.50
Arcilla	0.75 - 1.00
Zampeados	3.00 - 4.50
Hormigón y Rocas Sanas	4.50 - 7.50

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

- Coeficiente de Rugosidad de Maning.- Este coeficiente depende del tipo de material a utilizarse; en la siguiente tabla se define diferentes tipos de rugosidad para diferentes tipos de materiales.

Tabla 123 Coeficientes De Rugosidad De Manning

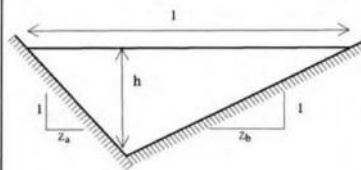
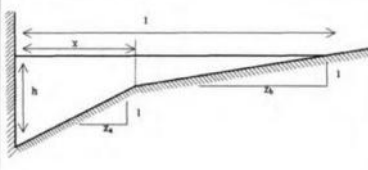
Tipos De Cunetas	Coefficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0.020 - 0.025
En tierra con vegetación espesa	0.040 - 0.050
En tierra excavada mecánicamente	0.028 - 0.033
En roca, superficie uniforme y lisa	0.030 - 0.035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0.035 - 0.045
Cunetas y canales revestidos	
Hormigón	0.013 - 0.017
Hormigón revestido en gunita	0.016 - 0.022

Fuente Lemos, Drenaje Vial Y Subterráneo, 1999

Para el estudio se utilizaran cunetas revestidas de hormigón, por lo que se toma un valor de 0.014 tanto para el diseño de cunetas como para alcantarillas.

- Relaciones geométricas para determinación de parámetros hidráulicos.- En la siguiente tabla se muestra las relaciones geométricas para secciones triangulares

Ilustración 11 Capacidad Hidráulica De Cunetas Y Canales

Tipo de Cuneta o Canal		
		
Ancho Superficial (l)	$(z_a + z_b) \cdot h$	$x + z_b \cdot \left(h - \frac{x}{z_a}\right)$
Area (A)	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h^2}{2}$	$x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left(\frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1\right)$
Perímetro Mojado (P)	$(\sqrt{1 + z_a^2} + \sqrt{1 + z_b^2}) \cdot h$	$h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_a^2}\right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_a}\right)$
Radio Hidráulico (R)	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h}{2 \cdot (\sqrt{1 + z_a^2} + \sqrt{1 + z_b^2})}$	$\frac{x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left(\frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1\right)}{h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_a^2}\right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_a}\right)}$

Fuente MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

La cuneta tendrá el talud hacia la vía como mínimo 1,0 V: 2,2 H (Za=0.5 Zb=2.2). El área hidráulica de la cuneta se determinó con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, la pendiente y la velocidad. Se determinó la longitud máxima entre cunetas para cada zona del proyecto. Para la obtención de los caudales de diseño se utiliza el Método Racional con un coeficiente de escorrentía equivalente a $C_1 = 0,50$ para el talud de corte, $C_2 = 0,80$ para la superficie de la calzada y una intensidad horaria "I" de 111,57 mm/h, correspondiente a un periodo de retorno de 25 años y duración de aguacero de 12 minutos ($T_c=12\text{min}$).

$$Q = 0.00028 \{ (C_1 * a * L) + (C_2 * b * L) + (A_1 - C_3) \} * I \quad \text{Ec. 41}$$

$$L = \frac{Q}{0.000642} \quad \text{Ec. 42}$$

Dónde:

Q caudal calculado, en l/s

C1 coeficiente de escorrentía de la calzada

C2 coeficiente de escorrentía de la berma

C3 coeficiente de escorrentía del talud aportante

L longitud del tramo de vía

a ancho de la calzada (m)

b ancho de la berma (m)

I intensidad de precipitación, en mm/h

R radio hidráulico, en m

P perímetro mojado, en m

v velocidad, en m/s

En resumen de los cálculos se presentan a continuación:

Tabla124 Cálculo De Las Secciones Hidráulicas De Cunetas

CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS:																								
COTA INICIO	COTA fin	UBICACIÓN		LONG. DEL TRAMO	So	ÁREA DE TRAMO	INTENSIDAD	CAUDAL DISEÑO CUNETA IZQUIERDA		CAUDAL DISEÑO CUNETA DERECHA		Manning	Z	CALADO			TALUD Za	TALUD Zb	AREA	PERÍMETRO	RADIO H	VELOCIDAD	0.5<V<4.5 m/s	
ms.n.m	ms.n.m	Absc. Inicial	Absc. Final	[m]	m/m	[m2]	mm/h	(l/s)	(m3/s)	(l/s)	(m3/s)	n	1/8x	Ya (m)	Ya (cm)	real			m2	m	m	m/s		
6.513	5.65	0	57.272	57.27	-1.51	171.816	111.57	5.099	0.005	5.099	0.005	0.015	50.000	0.0021	0.21	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00735	0.004	2.1	OK CUMPLIR	
5.650	6.109	0+057.272	0+292.182	234.91	0.20	704.730	111.57	20.916	0.021	20.916	0.021	0.015	50.000	0.0024	0.24	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00851	0.003	0.7	OK CUMPLIR	
6.109	5.111	0+292.182	0+587.000	294.82	-0.34	884.454	111.57	26.250	0.026	26.250	0.026	0.015	50.000	0.0029	0.29	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01027	0.003	0.8	OK CUMPLIR	
5.111	5.261	0+587.000	0+784.500	197.50	0.08	592.500	111.57	17.585	0.018	17.585	0.018	0.015	50.000	0.0019	0.19	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00668	0.004	0.6	OK CUMPLIR	
5.261	7.440	0+784.500	0+896.405	111.91	1.95	335.715	111.57	9.964	0.010	9.964	0.010	0.015	50.000	0.0028	0.28	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00991	0.003	1.9	OK CUMPLIR	
7.440	6.128	0+896.405	0+965.226	68.82	-1.91	206.463	111.57	6.128	0.006	6.128	0.006	0.015	50.000	0.0023	0.23	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00823	0.003	2.1	OK CUMPLIR	
6.128	7.119	0+965.226	1+361.589	396.36	0.25	1189.089	111.57	35.291	0.035	35.291	0.035	0.015	50.000	0.0031	0.31	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01084	0.003	0.7	OK CUMPLIR	
7.119	8.190	1+361.589	1+493.238	131.65	0.81	394.947	111.57	11.722	0.012	11.722	0.012	0.015	50.000	0.0025	0.25	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00895	0.003	1.4	OK CUMPLIR	
8.190	8.096	1+493.238	1+660.998	167.76	-0.06	503.280	111.57	14.937	0.015	14.937	0.015	0.015	50.000	0.0017	0.17	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00593	0.005	0.5	OK CUMPLIR	
8.096	8.325	1+660.998	1+744.998	84.00	0.27	252.000	111.57	7.479	0.007	7.479	0.007	0.015	50.000	0.0017	0.17	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00616	0.004	1.0	OK CUMPLIR	
8.325	8.320	1+744.998	1+943.620	198.62	0.05	595.866	111.57	17.685	0.018	17.685	0.018	0.015	50.000	0.0018	0.18	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00619	0.004	0.5	OK CUMPLIR	
8.320	9.164	1+943.620	2+248.739	305.12	0.28	915.357	111.57	27.167	0.027	27.167	0.027	0.015	50.000	0.0028	0.28	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01001	0.003	0.8	OK CUMPLIR	
9.164	8.086	2+248.739	2+374.990	126.25	-0.85	378.753	111.57	11.241	0.011	11.241	0.011	0.015	50.000	0.0025	0.25	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00889	0.003	1.4	OK CUMPLIR	
8.086	9.151	2+374.990	2+489.602	114.61	0.93	343.836	111.57	10.205	0.010	10.205	0.010	0.015	50.000	0.0025	0.25	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00871	0.003	1.5	OK CUMPLIR	
9.151	8.931	2+489.602	2+765.564	275.96	-0.08	827.886	111.57	24.571	0.025	24.571	0.025	0.015	50.000	0.0022	0.22	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00764	0.004	0.5	OK CUMPLIR	
8.931	9.162	2+765.564	2+893.638	128.07	0.18	384.222	111.57	11.403	0.011	11.403	0.011	0.015	50.000	0.0019	0.19	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00667	0.004	0.8	OK CUMPLIR	
9.162	9.114	2+893.638	3+000.219	106.58	-0.05	319.743	111.57	9.490	0.009	9.490	0.009	0.015	50.000	0.0014	0.14	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00480	0.006	0.6	OK CUMPLIR	
9.114	10.252	3+000.219	3+330.654	330.44	0.34	991.305	111.57	29.421	0.029	29.421	0.029	0.015	50.000	0.0030	0.30	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01075	0.003	0.8	OK CUMPLIR	
10.252	9.841	3+330.654	3+703.110	372.46	-0.11	1117.368	111.57	33.162	0.033	33.162	0.033	0.015	50.000	0.0026	0.26	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00908	0.003	0.6	OK CUMPLIR	
9.841	9.888	3+703.110	3+800.452	97.34	0.05	292.026	111.57	8.667	0.009	8.667	0.009	0.015	50.000	0.0013	0.13	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00470	0.006	0.6	OK CUMPLIR	
9.888	8.714	3+800.452	3+878.872	78.42	-1.50	235.260	111.57	6.982	0.007	6.982	0.007	0.015	50.000	0.0023	0.23	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00826	0.003	1.9	OK CUMPLIR	
8.714	9.935	3+878.872	4+652.462	773.59	0.16	2320.770	111.57	68.878	0.069	68.878	0.069	0.015	50.000	0.0036	0.36	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01278	0.002	0.5	OK CUMPLIR	
9.935	14.299	4+652.462	4+725.289	72.83	5.99	218.481	111.57	6.484	0.006	6.484	0.006	0.015	50.000	0.0029	0.29	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01042	0.003	3.2	OK CUMPLIR	
14.299	10.070	4+725.289	4+794.986	69.70	-6.07	209.091	111.57	6.206	0.006	6.206	0.006	0.015	50.000	0.0029	0.29	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01027	0.003	3.3	OK CUMPLIR	
10.070	11.807	4+794.986	5+047.296	252.31	0.69	756.990	111.57	22.465	0.022	22.465	0.022	0.015	50.000	0.0031	0.31	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01106	0.002	1.1	OK CUMPLIR	
11.807	10.967	5+047.296	5+254.597	207.30	-0.41	621.903	111.57	18.457	0.018	18.457	0.018	0.015	50.000	0.0026	0.26	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00931	0.003	1.0	OK CUMPLIR	
10.967	11.848	5+254.597	5+665.347	410.75	0.21	1232.250	111.57	36.572	0.037	36.572	0.037	0.015	50.000	0.0030	0.30	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01067	0.003	0.7	OK CUMPLIR	
11.848	14.908	5+665.347	5+729.987	64.64	4.73	193.920	111.57	5.755	0.006	5.755	0.006	0.015	50.000	0.0027	0.27	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00953	0.003	3.0	OK CUMPLIR	
14.908	12.063	5+729.987	5+775.729	45.74	-6.22	137.226	111.57	4.073	0.004	4.073	0.004	0.015	50.000	0.0025	0.25	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00881	0.003	3.6	OK CUMPLIR	
12.063	14.650	5+775.729	7+680.523	1904.79	0.14	5714.382	111.57	169.597	0.170	169.597	0.170	0.015	50.000	0.0049	0.49	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01742	0.002	0.5	OK CUMPLIR	
14.650	20.600	7+680.523	7+877.293	196.77	3.02	590.310	111.57	17.520	0.018	17.520	0.018	0.015	50.000	0.0038	0.38	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01330	0.002	2.0	OK CUMPLIR	
20.600	16.775	7+877.293	7+964.930	87.64	-4.36	262.911	111.57	7.803	0.008	7.803	0.008	0.015	50.000	0.0030	0.30	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01052	0.003	2.7	OK CUMPLIR	
16.775	12.162	7+964.930	8+099.647	134.72	-3.42	404.151	111.57	11.995	0.012	11.995	0.012	0.015	50.000	0.0033	0.33	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01181	0.002	2.3	OK CUMPLIR	
12.162	17.491	8+099.647	8+145.561	45.91	11.61	137.742	111.57	4.088	0.004	4.088	0.004	0.015	50.000	0.0028	0.28	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00992	0.003	4.6	OK CUMPLIR	
17.491	14.083	8+145.561	8+204.687	59.13	-5.76	177.378	111.57	5.264	0.005	5.264	0.005	0.015	50.000	0.0027	0.27	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00956	0.003	3.3	OK CUMPLIR	
14.083	15.288	8+204.687	8+270.285	65.60	1.84	196.794	111.57	5.841	0.006	5.841	0.006	0.015	50.000	0.0023	0.23	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00803	0.003	2.1	OK CUMPLIR	
15.288	15.300	8+270.285	8+529.056	258.77	0.00	776.313	111.57	23.040	0.023	23.040	0.023	0.015	50.000	0.0012	0.12	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00437	0.006	0.5	OK CUMPLIR	
15.300	27.237	8+529.056	8+655.160	126.10	9.47	378.312	111.57	11.228	0.011	11.228	0.011	0.015	50.000	0.0039	0.39	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01395	0.002	3.3	OK CUMPLIR	
27.237	14.818	8+655.160	8+757.805	102.65	-12.10	307.935	111.57	9.139	0.009	9.139	0.009	0.015	50.000	0.0038	0.38	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01352	0.002	3.8	OK CUMPLIR	
14.818	17.654	8+757.805	10+222.374	1464.57	0.19	4393.707	111.57	130.400	0.130	130.400	0.130	0.015	50.000	0.0048	0.48	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01687	0.002	0.5	OK CUMPLIR	
17.654	18.541	10+222.374	10+645.429	423.06	0.21	1269.165	111.57	37.667	0.038	37.667	0.038	0.015	50.000	0.0030	0.30	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01075	0.003	0.7	OK CUMPLIR	
18.541	22.510	10+645.429																						

Tabla 125 Cálculo De Las Secciones Hidráulicas De Cunetas

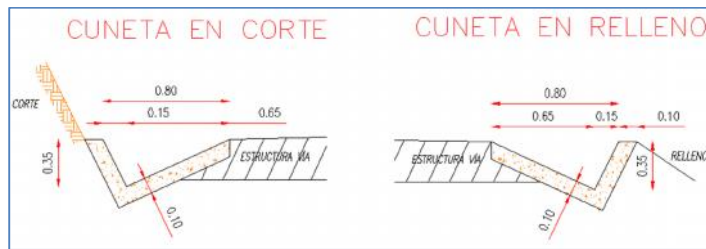
CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS:																							
COTA INICIO	COTA fin	UBICACIÓN		LONG. DEL TRAMO	So	AREA DE TRAMO	INTENSIDAD	CAUDAL DISEÑO CUNETA		CAUDAL DISEÑO CUNETA		Manning	Z	CALADO			TALUD Za	TALUD Zb	AREA	PERÍMETRO	RADIO H	VELOCIDAD	0.5<V<4.5 m/s
ms.n.m	ms.n.m	Absc. Inicial	Absc. Final	[m]	m/m	[m2]	mm/h	(l/s)	(m3/s)	(l/s)	(m3/s)	n	1/Sx	Ya (m)	Ya (cm)	real			m2	m	m	m/s	
20.001	25.381	10+989.551	11+038.926	49.38	10.90	148.125	111.57	4.396	0.004	4.396	0.004	0.015	50.000	0.0028	0.28	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01007	0.003	4.4	OK CUMPLPE
25.381	17.950	11+038.926	11+185.616	146.69	-5.07	440.070	111.57	13.061	0.013	13.061	0.013	0.015	50.000	0.0037	0.37	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01313	0.002	2.5	OK CUMPLPE
17.950	23.477	11+185.616	11+301.772	116.16	4.76	348.468	111.57	10.342	0.010	10.342	0.010	0.015	50.000	0.0034	0.34	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01189	0.002	2.6	OK CUMPLPE
23.477	34.895	11+301.772	11+397.559	95.79	11.92	287.361	111.57	8.529	0.009	8.529	0.009	0.015	50.000	0.0037	0.37	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01313	0.002	3.9	OK CUMPLPE
34.895	18.648	11+397.559	11+539.018	141.46	-11.49	424.377	111.57	12.595	0.013	12.595	0.013	0.015	50.000	0.0043	0.43	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01510	0.002	3.5	OK CUMPLPE
18.648	22.218	11+539.018	11+587.176	48.16	7.41	144.474	111.57	4.288	0.004	4.288	0.004	0.015	50.000	0.0026	0.26	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00928	0.003	3.8	OK CUMPLPE
22.218	20.528	11+587.176	11+659.614	72.44	-2.33	217.314	111.57	6.450	0.006	6.450	0.006	0.015	50.000	0.0025	0.25	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00871	0.003	2.3	OK CUMPLPE
20.528	21.000	11+659.614	12+650.960	991.35	0.05	2974.038	111.57	88.266	0.088	88.266	0.088	0.015	50.000	0.0032	0.32	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01120	0.002	0.6	OK CUMPLPE
21.000	25.432	12+650.960	12+725.603	74.64	5.94	223.929	111.57	6.646	0.007	6.646	0.007	0.015	50.000	0.0030	0.30	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01050	0.003	3.2	OK CUMPLPE
25.432	19.170	12+725.603	12+880.934	155.33	-4.03	465.993	111.57	13.830	0.014	13.830	0.014	0.015	50.000	0.0036	0.36	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01285	0.002	2.3	OK CUMPLPE
19.170	20.019	12+880.934	12+965.834	84.90	1.00	254.700	111.57	7.559	0.008	7.559	0.008	0.015	50.000	0.0022	0.22	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00789	0.003	1.6	OK CUMPLPE
20.019	22.000	12+965.834	14+225.748	1259.91	0.16	3779.742	111.57	112.179	0.112	112.179	0.112	0.015	50.000	0.0043	0.43	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01533	0.002	0.5	OK CUMPLPE
22.000	23.799	14+225.748	14+306.173	80.43	2.24	241.275	111.57	7.161	0.007	7.161	0.007	0.015	50.000	0.0025	0.25	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00899	0.003	2.2	OK CUMPLPE
23.799	55.046	14+306.173	14+514.516	208.34	15.00	625.029	111.57	18.550	0.019	18.550	0.019	0.015	50.000	0.0052	0.52	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01835	0.001	3.5	OK CUMPLPE
55.046	63.377	14+514.516	14+767.403	252.89	3.29	758.661	111.57	22.516	0.023	22.516	0.023	0.015	50.000	0.0042	0.42	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01485	0.002	1.9	OK CUMPLPE
63.377	84.805	14+767.403	14+985.534	218.13	9.82	654.393	111.57	19.422	0.019	19.422	0.019	0.015	50.000	0.0049	0.49	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01725	0.002	2.9	OK CUMPLPE
84.805	77.961	14+985.534	15+069.346	83.81	-8.17	251.436	111.57	7.462	0.007	7.462	0.007	0.015	50.000	0.0033	0.33	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01164	0.002	3.5	OK CUMPLPE
77.961	85.000	15+069.346	15+190.081	120.74	5.83	362.205	111.57	10.750	0.011	10.750	0.011	0.015	50.000	0.0035	0.35	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01253	0.002	2.8	OK CUMPLPE
85.000	73.941	15+190.081	15+386.462	196.38	-5.63	589.143	111.57	17.485	0.017	17.485	0.017	0.015	50.000	0.0042	0.42	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01494	0.002	2.5	OK CUMPLPE
73.941	86.556	15+386.462	15+483.407	96.94	13.01	290.835	111.57	8.632	0.009	8.632	0.009	0.015	50.000	0.0038	0.38	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01341	0.002	4.0	OK CUMPLPE
86.556	88.367	15+483.407	15+549.748	66.34	2.73	199.023	111.57	5.907	0.006	5.907	0.006	0.015	50.000	0.0025	0.25	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00868	0.003	2.5	OK CUMPLPE
88.367	98.245	15+549.748	15+649.219	99.47	9.93	298.413	111.57	8.857	0.009	8.857	0.009	0.015	50.000	0.0036	0.36	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01287	0.002	3.6	OK CUMPLPE
98.245	92.932	15+649.219	15+708.632	59.41	-8.94	178.239	111.57	5.290	0.005	5.290	0.005	0.015	50.000	0.0029	0.29	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01040	0.003	3.9	OK CUMPLPE
92.932	111.947	15+708.632	15+838.037	129.41	14.69	388.215	111.57	11.522	0.012	11.522	0.012	0.015	50.000	0.0043	0.43	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01529	0.002	3.9	OK CUMPLPE
111.947	105.702	15+838.037	15+955.387	117.35	-5.32	352.050	111.57	10.448	0.010	10.448	0.010	0.015	50.000	0.0034	0.34	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01218	0.002	2.7	OK CUMPLPE
105.702	111.590	15+955.387	16+132.569	177.18	3.32	531.546	111.57	15.776	0.016	15.776	0.016	0.015	50.000	0.0037	0.37	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01302	0.002	2.1	OK CUMPLPE
111.590	122.557	16+132.569	16+218.678	86.11	12.74	258.327	111.57	7.667	0.008	7.667	0.008	0.015	50.000	0.0036	0.36	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01278	0.002	4.1	OK CUMPLPE
122.557	121.895	16+218.678	16+313.886	95.21	-0.70	285.624	111.57	8.477	0.008	8.477	0.008	0.015	50.000	0.0022	0.22	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00769	0.004	1.4	OK CUMPLPE
121.895	138.892	16+313.886	16+452.912	139.03	12.23	417.078	111.57	12.378	0.012	12.378	0.012	0.015	50.000	0.0043	0.43	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01518	0.002	3.6	OK CUMPLPE
138.892	107.620	16+452.912	16+691.216	238.30	-13.12	714.912	111.57	21.218	0.021	21.218	0.021	0.015	50.000	0.0053	0.53	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01882	0.001	3.2	OK CUMPLPE
107.620	116.504	16+691.216	16+780.665	89.45	9.93	268.347	111.57	7.964	0.008	7.964	0.008	0.015	50.000	0.0035	0.35	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01237	0.002	3.7	OK CUMPLPE
116.504	102.794	16+780.665	16+887.453	106.79	-12.84	320.364	111.57	9.508	0.010	9.508	0.010	0.015	50.000	0.0039	0.39	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01387	0.002	3.9	OK CUMPLPE
102.794	93.362	16+887.453	16+979.174	91.72	-10.28	275.163	111.57	8.167	0.008	8.167	0.008	0.015	50.000	0.0036	0.36	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01257	0.002	3.7	OK CUMPLPE
93.362	88.506	16+979.174	17+095.700	116.53	-4.17	349.578	111.57	10.375	0.010	10.375	0.010	0.015	50.000	0.0033	0.33	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01161	0.002	2.5	OK CUMPLPE
88.506	76.531	17+095.700	17+181.841	86.14	-13.90	258.423	111.57	7.670	0.008	7.670	0.008	0.015	50.000	0.0037	0.37	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01299	0.002	4.2	OK CUMPLPE
76.531	69.392	17+181.841	17+254.255	72.41	-9.86	217.242	111.57	6.448	0.006	6.448	0.006	0.015	50.000	0.0032	0.32	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01141	0.002	3.8	OK CUMPLPE
69.392	66.210	17+254.255	17+322.640	68.38	-4.65	205.155	111.57	6.089	0.006	6.089	0.006	0.015	50.000	0.0027	0.27	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00970	0.003	3.0	OK CUMPLPE
66.210	26.800	17+322.640	17+575.333	252.69	-15.60	758.079	111.57	22.499	0.022	22.499	0.022	0.015	50.000	0.0056	0.56	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01987	0.001	3.4	OK CUMPLPE
26.800	23.800	17+575.333	18+714.822	1139.49	-0.26	3418.467	111.57	101.456	0.101	101.456	0.101	0.015	50.000	0.0046	0.46	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01626	0.002	0.6	OK CUMPLPE
23.800	28.233	18+714.822	18+755.330	40.51	10.94	121.524	111.57	3.607	0.004	3.607	0.004	0.015	50.000	0.0026	0.26	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.00936	0.003	4.6	OK CUMPLPE
28.233	25.040	18+755.330	18+841.274	85.94	-3.72	257.832	111.57	7.652	0.008	7.652	0.008	0.015	50.000	0.0029	0.29	0.45	0.50	2.2	0.000027	0.01013	0.003	2.6	OK

Fuente: Diego Sarabia 2018

Acorde a los cálculos realizados se llegó a determinar que el tirante hidráulico (h) es de 0.30 m con un borde libre de 0.05m; cumpliendo con estas dimensiones las condiciones de velocidad tanto por motivos de erosión y sedimentación.

- Sección típica de cuneta triangular.- Una vez determinado los parámetros hidráulicos y establecido el cumplimiento de las condiciones de velocidades permisibles, se adopta la siguiente sección transversal de cuneta:

Gráfico 55 Sección De Cuneta



Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.10.2 Alcantarillas

El objetivo principal en el diseño hidráulico de una obra de drenaje transversal (alcantarillas) es determinar la sección hidráulica más adecuada que permita el paso libre de los flujos líquidos y sólidos, que eventualmente transportan los cursos naturales y conducirlos adecuadamente, sin causar daños a la vía y a la propiedad adyacente (MANOSALVE, 1995).

6.10.2.1 Elección del Tipo de Alcantarilla

Los tipos de alcantarillas comúnmente utilizadas en proyectos de carreteras en nuestro país son: marco de hormigón, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto y tuberías de PVC. Por necesidad de limpieza y mantenimiento de las alcantarillas, se adoptará una sección mínima circular de 1,20 m de diámetro o su equivalente de otra sección, salvo en cruces de canales de riego donde se adoptarán

secciones de acuerdo a cada diseño particular (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003).

6.10.2.2 Criterios para la Implantación de Alcantarillas

Es importante instalar alcantarillas permanentes con un tamaño lo suficientemente grande como para desalojar las avenidas de diseño más los escombros que puedan producir obstrucciones. Además de considerarse la colocación de alcantarillas en sitios de puntos bajos y verificado las condiciones de velocidad máxima y mínima permisibles.

Cabe señalar que existen construidas varias alcantarillas de sección rectangular en hormigón armado y mediante tuberías metálicas de 1,20 m de diámetro, las mismas que han sido evaluadas y justificado su utilización, en ciertos casos se ha procedido a la ampliación según el proyecto vial estudiado y en otros se ha propuesto su eliminación.

6.10.2.3 Dimensionamiento Hidráulico

Para el cálculo de estas estructuras de drenaje transversal se han adoptado las ecuaciones de flujo uniforme para conducción cerrada con control a la entrada y superficie libre en el interior del conducto, es decir sección parcialmente llena (VEN TECHOW, 1994).

Metodológicamente, en primer lugar, se pre dimensiona la sección transversal aplicando la siguiente fórmula para alcantarilla circular (A. LEMOS, 1999)

$$D = \left(\frac{Q}{1.425} \right)^{2/5} \quad \text{Ec. 43}$$

Dónde:

Q caudal de diseño, en m³/s

D diámetro de sección circular, en m

So pendiente de la línea de energía, en m/m

El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas proyectadas, es lo establecido por la fórmula de Manning para canales abiertos y tuberías, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ec. 44}$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \text{Ec. 45}$$

$$Q = V \times A \quad \text{Ec. 46}$$

Dónde:

Q caudal de diseño, en m³/s

n coeficiente de rugosidad de Manning, n=0.024 para alcantarilla de acero corrugado, n=0.015 para las de hormigón y 0,012 para tubos de PVC

V velocidad del flujo, en m/s

A área de la sección hidráulica, en m²

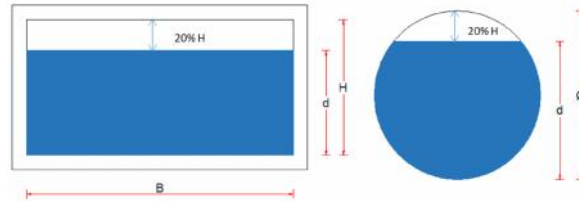
R radio hidráulico, en m

P perímetro mojado, en m

So pendiente de la línea de energía, en m/m

- Borde Libre.- El borde libre en alcantarillas es un parámetro muy importante a tomar en cuenta durante el diseño hidráulico, por ello no deben ser diseñadas para trabajar a sección llena, ya que esto incrementa su riesgo de obstrucción, afectando su capacidad hidráulica. De acuerdo a las recomendaciones, en el diseño hidráulico se considera como borde libre mínimo el 20 % de la altura, diámetro o flecha de la estructura. (A. LEMOS, 1999)

Gráfico 56 Borde Libre Mínimo



Fuente: Diego Sarabia, 2018

- Pérdida de energía.- Las pérdidas de energía se las obtendrá a partir de las siguientes ecuaciones establecidas en el libro de LEMOS RODRIGO-DRENAJE VIAL SUPERFICIAL SUBTERRANEO.

$$HT = h_e + h_v + h_f \quad \text{Ec. 47}$$

$$h_e = \frac{k_e \cdot v^2}{2g} \quad \text{Ec. 48}$$

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ec. 49}$$

$$h_f = -n^2 \cdot \frac{v^2}{R^3} \quad \text{Ec. 50}$$

$$h_w = (1.20 - 1.50) D \quad \text{Ec. 51}$$

Dónde:

HT Pérdidas totales

hw Altura aguas arriba alcantarilla

ke Coeficientes de entrada

v Velocidad de flujo, m/s

R radio hidráulico, en m

g Aceleración de la gravedad, en m/s²

n Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.014 Hormigón

D Diámetro de la alcantarilla, en m

Para que el flujo trabaje a superficie libre debe cumplirse la siguiente condición:

$$HT < (1.20-1.50) D$$

A continuación se presentan los respectivos cálculos de diseños de alcantarillas, tanto en control de velocidades como de pérdidas de carga:

Tabla 126 Cálculo De Velocidades De Diseño De Alcantarillas

VÍA BOCA DEL SUCIO - PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA EL DRENAJE SUPERFICIAL TRANSVERSAL																			
Nº	ABSCISA	Q CUNETAS m³/s	Q alc m³/s	Q diseño m³/s	Ø calculo m	Ø m	B m	H m	Material	n	ELEVACIÓN (msnm)			Longitud (m)		S m/m	V m/s	V<Vadm	
											Entrada	Eje	Salida	ENT.	SAL.				TOT.
1	0+133.12	0.004	26.690	26.694			4.75	3.00	Homigón	0.015	2.51	2.74	2.40	5.94	6.48	12.42	0.0089	7.4	OK CUMPLE
2	0+620.00	0.108		0.108	0.356	0.60			PVC	0.012	3.28	3.25	3.22	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
3	0+990.00	0.616		0.616	0.715	0.60			PVC	0.012	4.34	4.30	4.27	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
4	1+361.59	0.313		0.313	0.545	0.60			PVC	0.012	5.31	5.28	5.25	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
5	1+650.00	0.388		0.388			0.60	0.30	Homigón	0.015	7.75		7.75	11.45	14.85	26.30	0.0100	1.9	OK CUMPLE
6	1+968.25	0.814		0.814	0.799	1.20			Metálica	0.024	5.33	5.28	5.23	3.20	3.20	6.40	0.0160	2.4	OK CUMPLE
7	2+375.00	0.460		0.460	0.636	0.60			PVC	0.012	6.40	6.37	6.34	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
8	2+462.13	1.000		1.000			3.70	4.00	Homigón	0.015	4.43	4.35	4.35	4.12	6.49	10.61	0.0079	6.9	OK CUMPLE
9	2+650.00	0.455		0.455	0.633	0.60			PVC	0.012	7.20	7.13	7.07	3.20	3.20	6.40	0.0200	3.3	OK CUMPLE
10	2+800.00	0.449		0.449	0.630	1.20			Material	0.024	6.74	6.67	6.61	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
11	2+950.00	0.658		0.658	0.734	0.60			PVC	0.012	7.28	7.24	7.21	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
13	3+680.00	0.473		0.473	0.643	0.60			PVC	0.012	8.01	7.98	7.95	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
14	3+895.00	0.715		0.715	0.759	0.60			PVC	0.012	6.88	6.85	6.82	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
15	4+206.83	0.445		0.445			0.60	0.30	Homigón	0.015	8.87		8.50	5.60	3.45	9.05	0.0412	3.8	OK CUMPLE
16	4+476.07	0.349		0.349	0.570	0.60			PVC	0.012	7.80	7.76	7.73	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
17	4+811.00	0.250	10.000	10.250	2.202	1.50			Homigón	0.015	7.35	7.03	6.90	5.00	7.20	12.20	0.0369	6.7	OK CUMPLE
18	5+260.00	0.728		0.728	0.764	0.60			PVC	0.012	9.18	9.15	9.12	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
19	5+500.00	0.372		0.372	0.584	1.20			Metálica	0.024	9.23	9.17	9.11	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
20	5+905.13	10.540	10.540	21.080			3.60	4.00	Homigón	0.015	8.65	8.48	8.55	8.60	3.40	12.00	0.0081	6.9	OK CUMPLE
21	5+985.55	0.528		0.528	0.672	1.20			Metálica	0.024	8.85	8.58	8.23	7.40	9.40	16.80	0.0370	3.6	OK CUMPLE
22	6+200.00	0.166		0.166			0.60	0.30	Homigón	0.015	12.28		12.10	2.45	8.00	10.45	0.0171	2.5	OK CUMPLE
23	6+420.00	0.348		0.348	0.569	1.20			Metálica	0.024	9.81	9.75	9.68	3.48	4.03	7.51	0.0170	2.4	OK CUMPLE
24	6+620.00	0.417		0.417	0.612	0.60			PVC	0.012	11.35	11.32	11.29	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
25	6+790.00	0.094		0.094	0.337	0.60			PVC	0.012	11.58	11.55	11.52	3.20	3.20	6.40	0.0100	2.4	OK CUMPLE
26	6+917.06	0.102	10.190	10.292	2.205	1.50			Homigón	0.015	9.18	8.96	8.72	7.60	8.00	15.60	0.0300	6.0	OK CUMPLE
27	7+165.00	0.623		0.623			0.60	0.30	Homigón	0.015	13.59		13.55	2.25	3.00	5.25	0.0076	1.6	OK CUMPLE
28	7+410.00	0.091		0.091	0.333	0.60			Metálica	0.024	12.42	12.38	12.35	3.43	3.43	6.86	0.0100	1.2	OK CUMPLE
29	7+530.00	0.108		0.108	0.356	1.20			Metálica	0.024	12.19	12.12	12.06	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
30	7+673.25	0.134		0.134	0.388	1.20			Metálica	0.024	11.97	11.80	11.65	6.82	6.00	12.82	0.0250	3.0	OK CUMPLE
31	7+958.77	0.067		0.067	0.294	1.20			Metálica	0.024	14.47	14.28	14.03	3.63	4.62	8.25	0.0540	4.3	OK CUMPLE
32	8+066.95	0.137		0.137	0.392	1.20			Metálica	0.024	13.29	13.22	13.15	3.43	3.43	6.86	0.0200	2.6	OK CUMPLE
33	8+215.00	0.108		0.108			0.60	0.30	Homigón	0.015	14.00		13.95	5.00	5.00	10.00	0.0050	1.3	OK CUMPLE
34	8+282.29	1.960	1.960	3.920	1.499	1.20			Metálica	0.024	12.20	12.15	12.10	5.20	5.20	10.40	0.0100	1.9	OK CUMPLE
36	8+756.52	0.133		0.133	0.387	1.20			Metálica	0.024	13.08	12.96	12.82	6.20	6.70	12.90	0.0200	2.6	OK CUMPLE
37	8+826.29	0.258	2.580	2.838	1.317	1.20			Metálica	0.024	12.68	12.61	12.51	3.43	4.75	8.18	0.0200	2.6	OK CUMPLE
38	8+936.38	0.135		0.135	0.390	1.20			Metálica	0.024	13.26	13.23	13.18	3.39	4.39	7.78	0.0100	1.9	OK CUMPLE
39	9+114.90	0.052		0.052	0.265	1.20			Metálica	0.024	13.24	13.17	13.11	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
40	9+340.00	0.364		0.364	0.579	1.20			Metálica	0.024	13.39	13.32	13.26	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
41	9+560.00	0.381		0.381	0.590	1.20			Metálica	0.024	14.11	14.05	13.98	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
42	9+790.00	0.726		0.726	0.764	1.20			Metálica	0.024	14.56	14.49	14.43	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
43	10+020.00	0.069		0.069	0.298	1.20			Metálica	0.024	15.00	14.94	14.87	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
44	10+174.98	0.125		0.125	0.378	1.20			Metálica	0.024	14.68	14.53	14.39	4.98	4.75	9.73	0.0300	3.2	OK CUMPLE
45	10+340.00	0.637		0.637	0.725	1.20			Metálica	0.024	15.34	15.28	15.21	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
46	10+796.51	0.094		0.094	0.337	1.20			Metálica	0.024	19.02	18.81	18.62	5.15	4.85	10.00	0.0400	3.7	OK CUMPLE
47	10+947.64	1.380	1.380	2.760	1.303	1.20			Metálica	0.024	17.85	17.78	17.63	3.20	7.25	10.45	0.0210	2.7	OK CUMPLE
48	11+197.61	0.046		0.046	0.253	1.20			Metálica	0.024	16.44	16.38	16.31	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
49	11+544.25	0.075		0.075	0.309	1.20			Metálica	0.024	16.51	16.39	16.24	5.00	6.80	11.80	0.0230	2.8	OK CUMPLE
50	11+663.14	0.180		0.180	0.437	1.20			Metálica	0.024	18.93	18.80	18.61	4.10	5.80	9.90	0.0320	3.3	OK CUMPLE
51	11+838.30	0.126		0.126	0.379	1.20			Metálica	0.024	18.51	18.43	18.39	6.33	3.64	9.97	0.0120	2.0	OK CUMPLE
52	12+004.64	0.250	3.220	3.470			4.00	4.00	Homigón	0.015	17.79	17.73	17.70	4.73	6.55	11.28	0.0082	7.3	OK CUMPLE
53	12+388.50	0.573		0.573	0.695	1.20			Metálica	0.024	18.32	18.25	18.19	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
54	12+880.80	0.105	10.750	10.855			4.00	4.00	Homigón	0.015	15.26	15.15	15.18	5.36	5.38	10.74	0.0078	7.2	OK CUMPLE
55	13+110.40	0.479		0.479	0.647	1.20			Metálica	0.024	17.99	17.92	17.86	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
56	13+400.00	0.227		0.227	0.480	1.20			Metálica	0.024	18.14	18.08	18.01	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
57	13+699.97	0.106	25.960	26.066			3.60	5.00	Homigón	0.015	15.72	15.65	15.62	8.44	3.06	11.50	0.0083	7.3	OK CUMPLE
58	14+024.70	0.438		0.438	0.624	1.20			Metálica	0.024	19.12	19.05	18.98	3.42	3.43	6.85	0.0200	2.6	OK CUMPLE
59	14+290.00	0.264		0.264	0.509	1.20			Metálica	0.024	21.38	21.32	21.25	3.20	3.20	6.40	0.0200	2.6	OK CUMPLE
60	14+640.00	0.264		0.264			0.60	0.30	Homigón	0.015	58.77		58.75	5.00	11.90	16.90	0.0012	0.6	OK CUMPLE
61	15+075.00	0.151		0.151			0.60	0.30	Homigón	0.015	78.62		78.59	10.00	7.60	17.60	0.0018	0.8	OK CUMPLE
62	15+380.00	0.347		0.347			0.60	0.30	Homigón	0.015	74.59		74.55	7.30	6.00	13.30	0.0027	1.0	OK CUMPLE
63	15+70																		

Tabla 127 Cálculo De Pérdida Total De Diseño De Alcantarillas

VIA BOCA DEL SUCIO - PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA EL DRENAJE SUPERFICIAL											
Nº	ABSCISA	Material	n	S % m/m	R m	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA					
						he	hv	hf	HT	hw	HT-hw
1	0+133.12	Hormigón	0.015	0.8857	1.326	0.2	2.9	0.010687	3.125	3.600	OK CUMPLE
2	0+620.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
3	0+990.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
4	1+361.59	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
5	1+650.00	Hormigón	0.015	0.0000	0.150	0.0	0.0	0.000000	0.000	0.360	OK CUMPLE
6	1+968.25	Metálica	0.024	1.6000	0.300	0.1	0.3	0.007170	0.352	1.440	OK CUMPLE
7	2+375.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
8	2+462.13	Hormigón	0.015	0.7898	1.265	0.2	2.4	0.009238	2.633	4.800	OK CUMPLE
9	2+650.00	PVC	0.012	2.0000	0.150	0.1	0.6	0.005646	0.655	0.720	OK CUMPLE
10	2+800.00	Material	0.024	2.0000	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
11	2+950.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
13	3+680.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
14	3+895.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
15	4+206.83	Hormigón	0.015	4.1160	0.150	0.1	0.2	0.011620	0.309	0.360	OK CUMPLE
16	4+476.07	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
17	4+811.00	Hormigón	0.015	3.6885	0.375	0.2	1.0	0.019181	1.189	1.800	OK CUMPLE
18	5+260.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
19	5+500.00	Metálica	0.024	2.0000	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
20	5+905.13	Hormigón	0.015	0.8108	1.241	0.2	2.5	0.009366	2.637	4.800	OK CUMPLE
21	5+985.55	Metálica	0.024	3.7000	0.300	0.1	0.7	0.016581	0.766	1.440	OK CUMPLE
22	6+200.00	Hormigón	0.015	1.7129	0.150	0.1	0.3	0.004836	0.318	0.360	OK CUMPLE
23	6+420.00	Metálica	0.024	1.7000	0.300	0.1	0.3	0.007618	0.372	1.440	OK CUMPLE
24	6+620.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
25	6+790.00	PVC	0.012	1.0000	0.150	0.1	0.3	0.002823	0.345	0.720	OK CUMPLE
26	6+917.06	Hormigón	0.015	3.0000	0.375	0.2	1.5	0.015601	1.669	1.800	OK CUMPLE
27	7+165.00	Hormigón	0.015	0.7581	0.150	0.0	0.1	0.002140	0.181	0.360	OK CUMPLE
28	7+410.00	Metálica	0.024	1.0000	0.150	0.0	0.1	0.002823	0.103	0.720	OK CUMPLE
29	7+530.00	Metálica	0.024	2.0000	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
30	7+673.25	Metálica	0.024	2.5000	0.300	0.1	0.4	0.011204	0.531	1.440	OK CUMPLE
31	7+958.77	Metálica	0.024	0.0540	0.300	0.1	1.0	0.024200	1.094	1.440	OK CUMPLE
32	8+066.95	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
33	8+215.00	Hormigón	0.015	0.0050	0.150	0.0	0.1	0.001412	0.126	0.360	OK CUMPLE
34	8+282.29	Metálica	0.024	0.0100	0.300	0.0	0.2	0.004481	0.230	1.440	OK CUMPLE
36	8+756.52	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
37	8+826.29	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
38	8+936.38	Metálica	0.024	0.0100	0.300	0.0	0.2	0.004481	0.230	1.440	OK CUMPLE
39	9+114.90	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
40	9+340.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
41	9+560.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
42	9+790.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
43	10+020.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
44	10+174.98	Metálica	0.024	0.0300	0.300	0.1	0.5	0.013444	0.629	1.440	OK CUMPLE
45	10+340.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
46	10+796.51	Metálica	0.024	0.0400	0.300	0.1	0.7	0.017926	0.824	1.440	OK CUMPLE
47	10+947.64	Metálica	0.024	0.0210	0.300	0.1	0.4	0.009411	0.452	1.440	OK CUMPLE
48	11+197.61	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
49	11+544.25	Metálica	0.024	0.0230	0.300	0.1	0.4	0.010307	0.491	1.440	OK CUMPLE
50	11+663.14	Metálica	0.024	0.0320	0.300	0.1	0.6	0.014340	0.668	1.440	OK CUMPLE
51	11+838.30	Metálica	0.024	0.0120	0.300	0.1	0.2	0.005378	0.271	1.440	OK CUMPLE
52	12+004.64	Hormigón	0.015	0.0082	1.333	0.2	2.7	0.009959	2.930	4.800	OK CUMPLE
53	12+388.50	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
54	12+880.80	Hormigón	0.015	0.0078	1.333	0.2	2.6	0.009500	2.799	4.800	OK CUMPLE
55	13+110.40	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
56	13+400.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
57	13+699.97	Hormigón	0.015	0.0083	1.324	0.2	2.7	0.010009	2.930	6.000	OK CUMPLE
58	14+024.70	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
59	14+290.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
60	14+640.00	Hormigón	0.015	0.0012	0.150	0.0	0.0	0.000332	0.038	0.360	OK CUMPLE
61	15+075.00	Hormigón	0.015	0.0018	0.150	0.0	0.0	0.000513	0.054	0.360	OK CUMPLE
62	15+380.00	Hormigón	0.015	0.0027	0.150	0.0	0.0	0.000762	0.074	0.360	OK CUMPLE
63	15+703.00	Hormigón	0.015	0.0019	0.150	0.0	0.0	0.000538	0.056	0.360	OK CUMPLE
64	15+960.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
65	16+286.00	Hormigón	0.015	0.0000	0.150	0.0	0.0	0.000000	0.000	0.360	OK CUMPLE
66	16+697.00	Hormigón	0.015	0.0000	0.150	0.0	0.0	0.000000	0.000	0.360	OK CUMPLE
67	17+160.00	Metálica	0.024	0.0100	0.150	0.0	0.1	0.002823	0.103	0.720	OK CUMPLE
68	17+470.93	Metálica	0.024	0.0100	0.150	0.0	0.1	0.002823	0.103	0.720	OK CUMPLE
69	17+733.11	Hormigón	0.015	0.0180	0.300	0.1	0.8	0.008067	0.929	1.440	OK CUMPLE
70	17+821.49	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
71	18+160.00	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
72	18+697.30	Metálica	0.024	0.0200	0.300	0.1	0.4	0.008963	0.432	1.440	OK CUMPLE
73	18+825.42	Metálica	0.024	0.0160	0.300	0.1	0.3	0.007170	0.352	1.440	OK CUMPLE

Fuente: Diego Sarabia, 2018

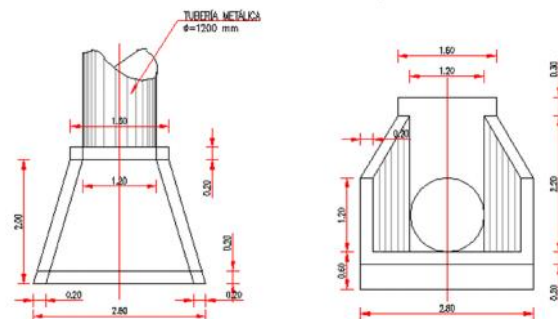
Con la finalidad de señalarle claramente al Constructor las tuberías propuestas por la

Consultora para la presente vía, en el **ANEXO N°16: Propuesta De Intervención**

Para El Drenaje Superficial Transversal, se presentan las correspondientes propuestas de mejoramiento del drenaje superficial transversal. Además se presentan muros de cabecera a cada entrada y salida de alcantarilla siendo estas estructuras de transición, formado también por muros de ala que estos a su vez ayudan como muro de contención de tierra y que permite la descarga adecuada de los caudales; y otros tipo cajón los mismos que son construidos en el lugar. (A. LEMOS, 1999). En resumen, se presentan las siguientes obras de drenaje superficial en el tramo estudiado con sus respectivas obras de cabeceras los mismos cuyo detalle y ubicación se encuentra en el **ANEXO N°17: Planos De Drenaje Vial** y cuyas dimensiones se basa en los diseños del diámetro de alcantarilla adoptados para cada una.

- 15 alcantarillas de hormigón armado sección rectangular y metálicas corrugadas tipo circular simple de 1,20 m de diámetro, existentes y que se mantienen.
- 11 alcantarillas metálicas corrugadas tipo circular simple de 1,20 m de diámetro, para drenaje natural y pluvial con cabeceras en forma de muros de ala (tipo T2).

Ilustración 12 Muro De Cabecera Tipo T2 Muro De Ala



Fuente: Manual De Productos De Acero Para Drenaje Y Construcción Vial, Pg 127-131

- 11 alcantarillas metálicas corrugadas tipo circular simple de 1,20 m de diámetro, para drenaje natural y pluvial (tipo cajón).

- 2 alcantarillas de hormigón armado tipo circular simple de 1,50 m de diámetro, para drenaje natural (muros de ala).

- 8 alcantarillas metálicas corrugadas tipo circular simple de 1,20 m de diámetro, para drenaje natural (tipo aporte lateral)

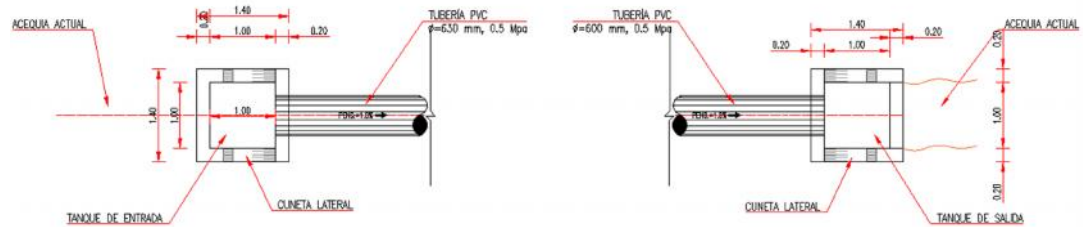
Fig. 1

Fig. 2

163

- 15 alcantarillas circulares con tubería de PVC de 600 mm de diámetro interior, para drenaje pluvial de las cunetas, especialmente en terrenos planos.

Ilustración 16 Muro De Cabecero Tipo T8 Tubería De PVC

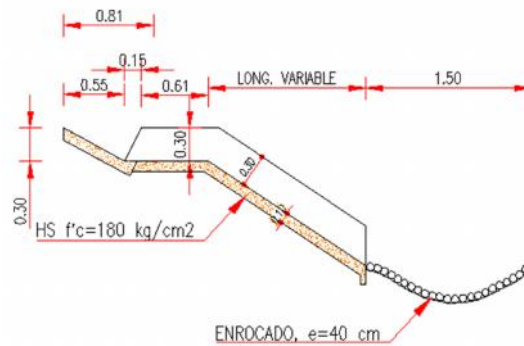


Fuente: Manual De Productos De Acero Para Drenaje Y Construcción Vial, Pg 127-131

- 11 descargas directas de las cunetas longitudinales, mediante canales rectangulares de hormigón armado.

Como resultado de la ampliación y mejoramiento del proyecto vial, fue posible mejorar la cantidad de estructuras de drenaje transversal, ya que tanto en planta como en el proyecto vertical se ha optimizado el trazado, con lo cual se logra optimizar la cantidad de obras de drenaje superficial hasta un número de 73 (3,8 alcantarillas/km).

Gráfico 57 Descargas Laterales



Fuente: Manual De Productos De Acero Para Drenaje Y Construcción Vial, Pg 127-131

6.10.3 Obras De Subdrenaje

El agua juega un papel tan importante en el comportamiento estructural de los suelos, que su prolongada permanencia en cantidades inadecuadas puede constituirse en el

peor enemigo de su estabilidad, constituyéndose este elemento en el principal causante de los derrumbes, deslizamientos y flujos de lodo cuando se altera el equilibrio preexistente a la intervención de la vía, siendo capaz por sí sola de dañar al pavimento (VEN TECHOW, 1994)

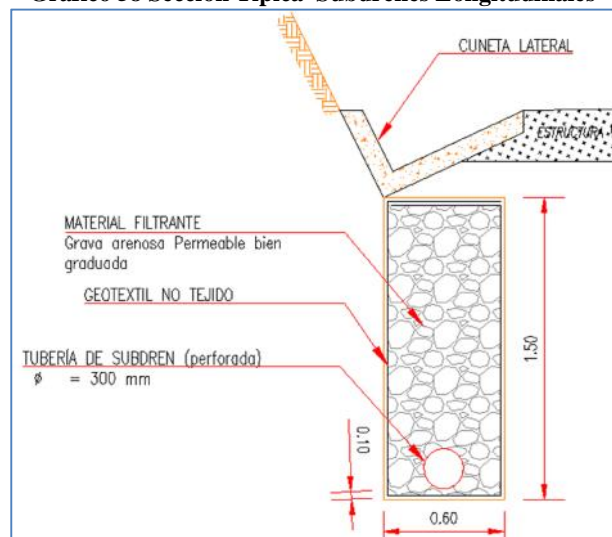
El principal objetivo del subdrenaje consiste en controlar y/o limitar la presencia de humedad en la obra básica, teniendo como funciones específicas interceptar y desviar las corrientes subterráneas antes que lleguen a la subrasante o abatir el nivel freático y sanear las capas del firme. En el caso del presente proyecto se ha previsto subdrenajes en los sitios de corte, ante la posibilidad de la presencia de flujos subterráneos, que serán verificados en el momento de la construcción. Sin embargo existen diámetros recomendables en rangos 10cm y 30 cm que se son los suficientemente para longitudes de evaluación interiores a 120m, si se deseara colocar para una mayor longitud se aumentara el diámetro” (A. LEMOS, 1999, p. 126). En la tabla siguiente, se detallan los sitios en los cuales se abatirán los niveles de agua, de acuerdo a las recomendaciones para este tipo de obras

Tabla 128 Propuesta De Intervención Para El Subdrenaje

Abcisas		Longitud	Observaciones
Inicio	Final	(m)	
0+000.00	4+476.07	4,476.07	Margen izquierda
4+811.53	5+700.00	888.47	Margen izquierda
6+200.00	6+790.74	590.74	Margen izquierda
7+410.00	8+500.00	1,090.00	Margen izquierda
8+826.29	10+640.00	1,813.71	Margen izquierda
12+004.64	14+290.00	2,285.36	Margen izquierda
18+160.00	18+697.30	537.30	Margen izquierda
Suman		11,681.65	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Gráfico 58 Sección Típica Subdrenes Longitudinales



Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.10.4 Muros De Contención

Los muros de contención son estructuras que proporcionan soporte lateral a una masa de suelo y deben su estabilidad principalmente a su propio peso y al peso del suelo que este situado directamente arriba de su base (GARZÓN, 2012).

Estos muros fueron determinados en sitios en donde la sección de la vía no se encontraba totalmente estable, por lo que se debió colocar muros de hormigón ciclópeo cuyos detalles, ubicación y diseño se detallan a continuación:

Tabla 129 Abscisas de Ubicación Muros De Hormigón Ciclópeo

Absc Inicial	Absc. Final	Longitud (m)	Tipo De Muro	Altura (m)
5+880.00	5+906.32	26.32	H Ciclópeo	4
15+700.00	15+720.00	20.00	H Ciclópeo	4
16+120.00	16+160.00	40.00	H Ciclópeo	4
16+640.00	16+645.00	5.00	H Ciclópeo	4

Fuente: Diego Sarabia, 2018

En el **ANEXO N°17: Planos Detalle De Muros De Contención** Se presenta la ubicación de los muros por secciones transversales

6.10.4.1 Fuerzas Actuantes En Un Muro De Contención

- Presión Activa (Pa): es el empuje o presión ejercida por el suelo contra el muro de contención dada por la siguiente ecuación aceptada y presentada en el libro de Braja M. das.

$$p_a = \gamma_s * H * K_{ha}$$

$$K_{ha} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

Dónde:

p_a = Presión activa del suelo (T/m²)

s = Peso específico unitario del suelo tras el muro (T/m³)

H = Altura total del muro de contención (m)

K_{ha} = Coeficiente activo del suelo

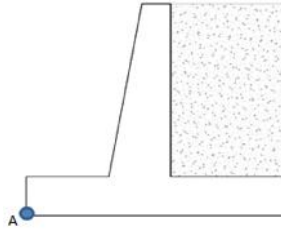
ϕ = Ángulo de fricción del suelo (°)

- Presión Pasiva (Pp): es el empuje o presión ejercida por el muro de contención contra el suelo.
- Peso Propio: Implica el peso del material con el que será construido el muro y el peso del suelo o relleno que actúa sobre este, por lo que se ha tomado un valor de 2.2 T/m³ para el hormigón ciclópeo.

6.10.4.2 Seguridad Al Volcamiento (FSV)

Todo muro debido al empuje activo tiende a volcar por la arista de la base del dedo alrededor del punto (A) tal como se indica en el Gráfico 59. Un muro se considera seguro al volteo, cuando los momentos estabilizadores tomados respecto al punto (A) divididos por el momento de volteo dan como resultado un valor mayor a 1.5. (GARZÓN, 2012).

Gráfico 59 Punto Aplicación Al Volcamiento



Fuente: Diego Sarabia, 2018

$$FSV = \frac{\text{MOMENTO ESTABILIZANTE}}{\text{MOMENTO VOLCAMIENTO}} > 2.0$$

6.10.4.3 Seguridad De Deslizamiento (FSD)

Un muro tiende a deslizarse por el efecto que produce la componente horizontal de la Presión. El cálculo se lo realizara mediante la siguiente ecuación:

$$FSD = \text{tg} \left\{ \frac{\text{FUERZAS VERTICALES}}{\text{FUERZAS HORIZONTALES}} \right\} \geq 1.5$$

6.10.4.4 Análisis De Reacciones Del Suelo

Para conseguir que el muro funcione adecuadamente además del análisis de volcamiento y deslizamiento se requiere la verificación de las reacciones del terreno, cuyos valores en ningún caso deben sobrepasar la presión admisible del mismo (GARZÓN, 2012). Estas presiones se pueden determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Dónde: } f_{1-2} = \frac{\Sigma F_v}{B} \left(1 \pm \frac{6 * \epsilon}{B} \right)$$

f_{1-2} = Presión del suelo en los extremos de la base

F_v = Resultante de fuerzas horizontales

B = Longitud de la base

ϵ = Excentricidad con respecto al centro de gravedad de la base

ϕ = Ángulo de fricción del suelo

6.10.4.5 Diseño Del Muro Del Muro De Hormigón Ciclópeo

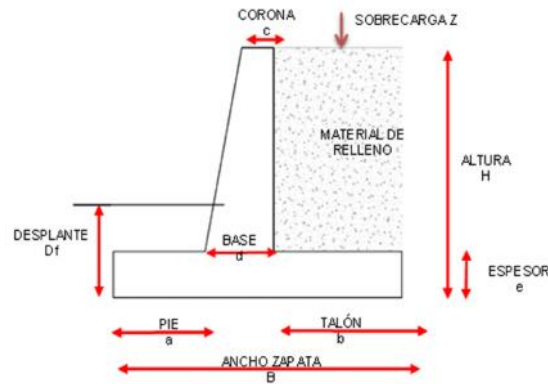
Tabla 130 Datos Y Propiedades Físicas Del Muro

Descripción	Símbolos	Valores	U
Altura del muro	H=	4.00	m
Resistencia hormigón	f _c =	210.00	Kg/cm ²
Desplante	Df=	1.20	m
Peso unitario específico Hormigón	γ _h =	2.40	T/m ³
Angulo Fricción Relleno Sub Base Clase III	φ =	20.00	°
Tangente φ	Tan φ=	0.087	
Peso unitario del Relleno	γ _s =	1.90	T/m ³
Capacidad portante suelo	σ =	25.00	T/m ²
Sobrecarga	z=	1.00	m
Factor de seguridad volcamiento	FSV= 2.00		
Factor de seguridad deslizamiento	FSD= 1.50		

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Geometría Del Muro

Dimensiones		
H=	4.00	m
Df=	1.20	m
c=	0.35	m
d=	0.70	m
e=	0.70	m
B=	5.00	m
b=	2.60	m
a=	1.70	m



Cálculo De Las Fuerzas De Volcamiento

- Empuje Activo.- Para el cálculo del empuje activo se utilizó la teoría de

Rankin

$$\text{Coeficiente activo del suelo } K_{ha} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.33$$

$$\text{Presión Activa } p_a \approx \gamma_s * H \quad K_{ha} = 2.09 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Empuje activo } E1 = \frac{H}{2} * p1 = 6.148 \text{ T/m}$$

- Empuje Generado por la sobrecarga

$$\text{Presión debido a la sobrecarga } p2 = \gamma_s * z \quad K_{ha} = 0.633 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Empuje debido a la sobrecarga } E2 = p2 * H = 2.53 \text{ T/m}$$

- Empuje Sísmico.- Para el cálculo del empuje sísmico se utilizara la ecuación de Seed y. Whitman la cual utiliza la aceleración sísmica del suelo; y acorde a nuestro proyecto el cual se encuentra ubicado en la provincia de Esmeraldas tendremos un valor 0.5g como se muestra en la tabla 130 de la Norma Ecuatoriana De La Construcción. (GARZÓN, 2012)

Tabla 131 Valores Sísmicos NEC 2012

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	0.50
------------	------------	------------	------------	------

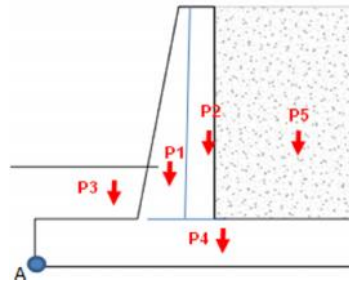
Fuente: NEC, Norma Ecuatoriana De La Construcción, Pag 95-27

$$\text{Empuje sísmico } Es = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 * \left(\frac{3}{4} * a \right) = 3.83 \text{ T}$$

Cálculo De Las Fuerzas Estabilizantes

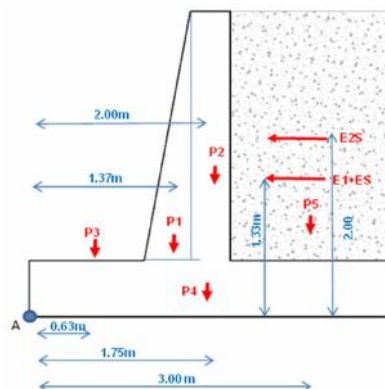
Las fuerzas estabilizantes se calculan en función de su geometría y peso específico del material (hormigón ciclópeo 2.2 T/m³).

P1	0.79 T
P2	3.96 T
P3	1.24 T
P4	6.72 T
P5	12.54 T



Cálculo De Momentos Estabilizantes Y De Volcamiento

Gráfico 60 Brazos De Palanca (bi) Para Cada Fuerza Actuante



Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 132 Resumen de Fuerzas Actuantes En El Muro

Fuerza	Fv	Fh	bi	M estabilz.	M volca.
	T	T			
P1	0.79	-----	1.37	1.08	-----
P2	3.96	-----	1.75	6.93	-----
P3	1.24	-----	0.65	0.80	-----
P4	6.72	-----	2.00	13.44	-----
P5	12.54	-----	3.00	37.62	-----
E1+Es	-----	8.06	1.33	-----	10.75
E2	-----	2.53	2.00	-----	5.07
Σ	25.25	10.59		59.88	15.81

Fuente: Diego Sarabia, 2018

- $$FSD' = \text{tg} \frac{\text{FUERZAS VERTICALES}}{\text{FUERZAS HORIZONTALES}} \geq FSD$$

1.51 > 1.5 cumple seguridad al deslizamiento

- $$FSV' = \frac{\text{MOMENT STABILIZANTE}}{\text{MOMENT VOLCAMIENTO}} \geq Fsv$$

3.78 > 2 cumple seguridad al volcamiento

Cálculo Esfuerzos Del Suelo – Ubicación De La Resultante, Ubicación dela resultante λ

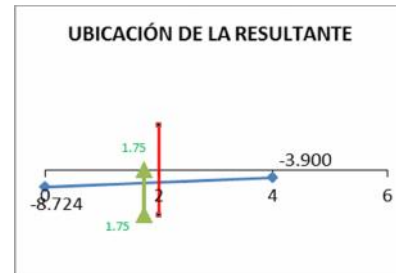
$$\lambda = \frac{\text{Mestabliz} - \text{Molcamiento}}{\text{Fuerzas Verticales}} = 1.75\text{m}$$

Como se puede observar, la resultante de fuerzas pasa por el tercio medio lo que indica que existe únicamente esfuerzos a compresión.

Cálculo de esfuerzos en el suelo

$$f_{1-2} = \frac{\Sigma F_v}{B} \left(1 + \frac{6 * \epsilon}{B} \right) = 7.702 \text{ T/m}$$

$$f_{1-2} = \frac{\Sigma F_v}{B} \left(1 - \frac{6 * \epsilon}{B} \right) = 4.05 \text{ T/m}$$



Comprobación Al Cortante A Corte A La Altura Del Muro

Cortante carga uniforme $V_1 = \frac{q * L}{1}$

Cortante carga triangular $V_2 = \frac{q * L}{2}$

Cortante admisible $V_{uc} = 0.53 * (f'c)^{(1/2)}$

Cortante ultimo $V_u = 1.5 V_T$

Cortante ultimo $U_u = \frac{V_u}{b * d} < V_{uc}$

Cortante admisible $V_{uc} = 0.53 * (f'c)^{(1/2)}$

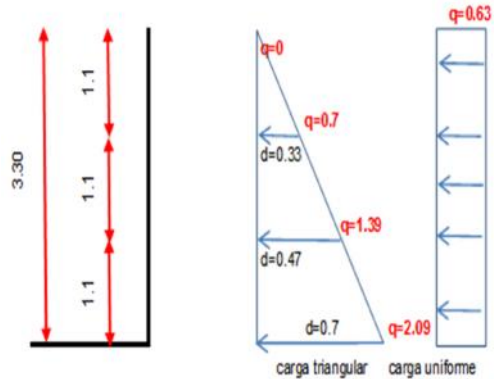


Tabla 133 Determinación Esfuerzos Cortantes

Determinación De Cortantes						
V. carga trián	V. carga uniforme.	V Total (Vt)	Últimos (T)	Uu (kg/cm2)	Vc (kg/cm2)	Observación
0	0	0	0	0	7.680	cumple cortante
0.383	0.697	1.080	1.620	0.635	7.680	cumple cortante
1.533	1.393	2.926	4.389	1.170	7.680	cumple cortante
3.448	2.090	5.538	8.308	1.420	7.680	cumple cortante

Fuente: Diego Sarabia, 2018

6.11 Cálculo De Volúmenes De Obra

Tabla 134 Determinación de Cantidades De Obra Drenaje Vial

#	Especificación Drenaje Menor	U.	Cantidad	Observación
1	Remoción de estructuras de hormigón	m3	173.3	En estructuras de drenaje superficial y/o subdrenaje
2	Excavación y relleno de obras de arte menor	m3	2,484.4	En estructuras de entrada y/o salida de alcantarillas y tuberías
3	Excavación para cunetas laterales	m3	9,187.4	
4	Excavación para subdrénes longitudinales	m3	10,513.5	
5	Excavación y relleno de obras de arte menor	m3	1,763.0	En enrocados, encauzamientos, canal de descarga
6	Material filtrante para subdrenes longitudinales	m3	10,402.5	Piedra bola D _m (50 a 100 mm)
7	Geo textil para subdrenes longitudinales	m2	53,735.6	NT-2000, no tejido de ancho 4.60 m
8	Suministro y colocación tubería metálica, D=1.20 m	m	236.7	Espesor 2 mm
9	Suministro y colocación tubería HS armado, D=1.50 m	m	27.8	Espesor 175 mm
10	Suministro y colocación tubería PVC , D=60 mm, 0.50 Mpa	m	96.9	Tubería de presión
11	Suministro y colocación tubería PVC perforada, D=110 mm	m	11,681.7	En subdrenes
12	Hormigón estructural, Clase B, f _c =240 kg/cm ²	m3	341.0	En cabezales de entrada y salida de alcantarillas canales de descarga
13	Hormigón estructural, Clase C, f _c =180 kg/cm ²	m3	4,593.7	En cunetas
14	Hormigón estructural, Clase C, f _c =140 kg/cm ²		35.5	En Replanto
15	Acero de refuerzo en barras, f _y =4.200 kg/cm ²	kg	27,538.2	En cabezales de entrada y salida de alcantarillas, canales de descarga
16	Escollera de piedra suelta	m3	189.4	A la salida
MUROS DE CONTENCIÓN				
17	Replanto muro hormigón ciclópeo de 4.00m de altura (hormigón simple f _c =140kg/cm ²)	m3	18.26	Replanto
18	Tubería 4" PVC para muro hormigón ciclópeo de 4.00m de altura	m	45.6	Drenaje de muros
19	Hormigón ciclópeo para muro de 4.00m de altura (40% piedra f _c =180 kg/cm ²)	m3	436.51	Cuerpo del muro
20	Excavación para colocación de muros	m3	701.34	Desalojo

Fuente: Diego Sarabia, 2018

CAPITULO VII

7 DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés; los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color. El mensaje de la señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011). El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia de San Gregorio perteneciente al cantón Muisne con una longitud de 19.14 km, en donde debido a los riesgos de accidentabilidad que se pudieran presentar en la vía se incluye el estudio de seguridad vial y señalética la que requiere de normas para su adecuado funcionamiento y orientación de los usuarios luego de su construcción y cuyos planos se encuentran en el **ANEXO N°18: Planos De Señalización.**

7.1 Consideraciones De Seguridad Vial

Entre las principales consideraciones a ser tomados en cuenta para tener una vía de alto índice de seguridad comodidad y confianza se encuentran los siguientes:

- Intensidad del tráfico.- cuando estas intensidades en las vías se acercan a la capacidad de la mismas, aumentan los accidentes, por lo que se debe aumentar las medidas de seguridad.
- Velocidad.- Se debe distinguir dos aspectos de la influencia de la velocidad del trafico sobre la seguridad: por una parte la velocidad medía de circulación y por otra la diferencias de velocidades entre los distintos vehículos

- Sección Transversal.- el ancho de la sección transversal permite el evitar accidentes.
- Mantener un equilibrio armónico entre los diseños horizontal y vertical sin realizar diseños geométricos forzados
- La calidad, material y estado de mantenimiento de la superficie de rodadura y sus obras de arte anexas

7.2 Normativa Utilizada

- RTE-INEN-004-1, Señalización Vertical
- RTE-INEN-004-2, Señalización Horizontal
- RTE-INEN-004-3, Señales de vías, Requisitos
- RTE-INEN-004-1-042, Pinturas de señalamiento de tráfico
- RTE-INEN-2-282, Demarcadores reflectivos
- ASTM D4956, Reflectividad en Materiales

7.3 Señalización Vertical

Se dispone la colocación de señales verticales (preventivas, reglamentarias e informativas) acorde a lo establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 004-1).

- Señales regulatorias (Código R): Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)
- Señales preventivas (Código P): Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

- Señales de información (Código I): Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)
- Señales especiales delineadoras (Código D): Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

7.3.1 Señales Preventivas (P)

Estas señales, indican la necesidad de tomar precauciones especiales y requieren de una reducción en la velocidad de circulación o de realizar alguna otra maniobra, tienen forma de rombo (cuadrado con diagonal vertical), con un símbolo y/o leyenda de color negro y orla negra sobre un fondo amarillo (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 49).

Tabla 135 Dimensión De La Señales Preventivas

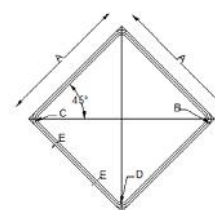
velocidad km/h	Dimensión (mm) de la señal
menos de 60 km/h	600 mm x 600 mm
70 km/h – 80 km/h	750 mm x 750 mm
más de 90 km/h	900 mm x 900 mm

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011, P.50

Acorde a la TABLA 48 en el proyecto se acogerán las dimensiones de 600 mm x 600 mm debido a que la velocidad de diseño es menor de 60 Km/h.

Tabla 136 Dimensiones De Señalización Preventivas

Dimensiones (mm)				
A	B	C	D	E
600 mm	40 mm	30 mm	20 mm	10 mm



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

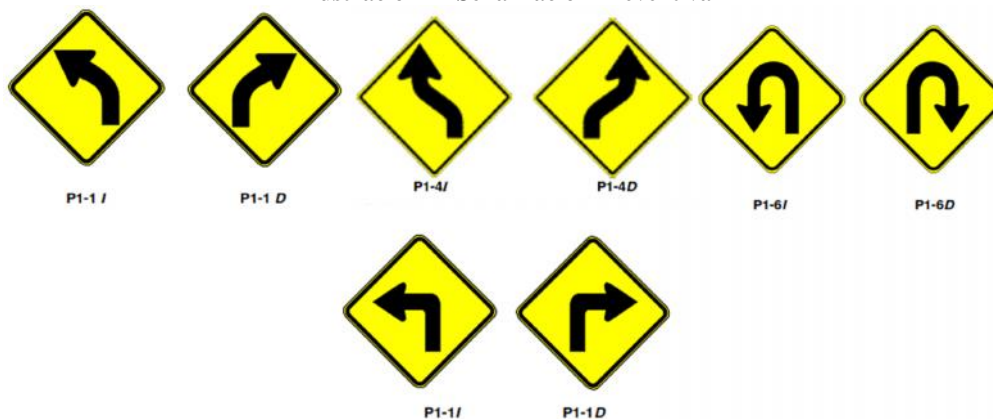
A continuación se presenta el tipo y cantidad de señalética utilizada a lo largo del proyecto:

Tabla 137 Cantidad De Señalización Preventiva Utilizada

Descripción	Código	Dimensión (mm)	Cantidad
Curva abierta Izquierda	P1-2I	600 mm x 600 mm	64
Curva abierta Derecha	P1-2D	600 mm x 600 mm	64
Curva y contra curva abierta izq.-der	P1-4I	600 mm x 600 mm	14
Curva cerrada Izquierda	P1-1I	600 mm x 600 mm	11
Curva cerrada Derecha	P1-1D	600 mm x 600 mm	11
Curva tipo u derecha	P1-6D	600 mm x 600 mm	5
Curva tipo u izquierda	P1-6I	600 mm x 600 mm	5
Curva y contra curva der- izq.	P14D	600 mm x 600 mm	9

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Ilustración 17 Señalización Preventiva



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

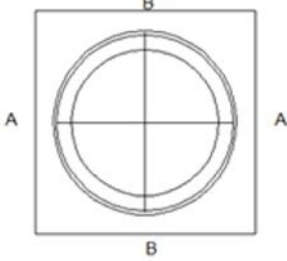
7.3.2 Señales Reglamentarias (R)

Las señales reglamentarias informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una infracción a la Ley y Reglamento de tránsito (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 15).

Las dimensiones para cada señal se establece acorde la Tabla No 128 en donde debe usarse solamente cuando el 85 percentil de la velocidad promedio no excede 50 km/h (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 15).

De esta manera las dimensiones de la señalización utilizada es de 600 mm x 600 mm.

Tabla 138 Dimensiones De Señalización Reglamentarias

	Dimensiones (mm)	
	A	B
	600 mm	40 mm

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

La señalización reglamentaria utilizada a lo largo del proyecto es la siguiente:

Tabla 139 Cantidad De Señalización Reglamentaria Utilizada

Descripción	Código	Dimensión (mm)	Cantidad
Velocidad máxima	R4-1	600 mm x 600 mm	41
Prohibido rebasar	R2-13	600 mm x 600 mm	40

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Ilustración 18 Señalización Reglamentaria



R4-1

R2-13

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

7.3.3 Señales Informativas (I)

Las señales de información tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándole la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

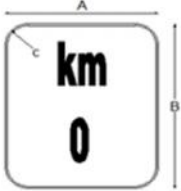
La normalización de las dimensiones de las señales de información no siempre es práctica debido a la variedad de leyendas usadas.


El dimensionamiento adoptado depende de la dimensión requerida de letras, el número de palabras de la leyenda, los símbolos usados y la disposición general.

(REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 88)

Para los postes de kilometraje acorde para zonas rurales se colocarán postes de 450 mm * 600 mm y para la señal de información de poblado de 1800 mm * 600 mm (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 138).

Tabla 140 Dimensiones De Señalización Informativa

	Dimensiones (mm)	
	A	B
	450	600

	Dimensiones (mm)	
	A	B
	1800	600

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

El proyecto cuanta con la siguiente señalización informativa.

Tabla 141 Cantidad De Señalización Informativa Utilizada

Descripción	Código	Dimensión (mm)	Cantidad
Señal informativa	I1-a	1800 mm x 600 mm	4
Kilometraje	D-1	450 mm x 600 mm	40

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Ilustración 19 Señalización Informativa



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

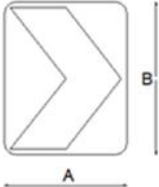
7.3.4 Delineadores De Curva Tipo Chevrone

Esta señal se utiliza para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación que debe de seguir el conductor. Se utiliza en radio de curvas cerradas pudiendo ser a izquierda o derecha según el alineamiento de la curva (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 133)

En consideración a las curvas establecidas en el proyecto y la velocidad de diseño considerada, se prevé la utilización de un número importante de delineadores de curva dobles.

Tabla 142 Dimensiones De Delineadores De Curva

Dimensiones (mm)	
A	B
600	750



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011. P 134

La cantidad de delineadores de curva está dada por el espaciamiento que puede darse entre ellos, el mismo que deberá ser tal que sean visibles para el conductor.

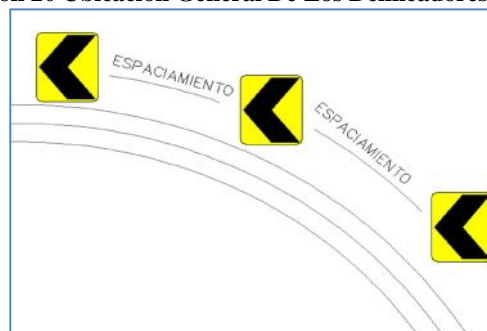
Para determinar este espaciamiento se tendrá en cuenta la siguiente tabla, que se encuentra en función de su radio de curvatura:

Tabla 143 Espaciamiento Máximo De Delineadores De Curva Horizontal De Acuerdo Con El Radio De Curvatura

Radio De Curvatura (m)	Espaciamiento En Curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011. P 135

Ilustración 20 Ubicación General De Los Delineadores De Curva



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

A continuación se resumen las cantidades de delineadores de curva propuestos a en los sectores diseñados con su respectivo espaciamiento.

Tabla 144 Determinación De Delineadores De Curva De Acuerdo Al Radio

#	L. De Curva	Radio	Espacio	# Del.	#	L. De Curva	Radio	Espacio	# Del.
1	27.50	30.00	8	3	57	34.35	100.00	12	3
2	44.64	40.00	8	6	58	54.27	100.00	12	5
3	70.51	60.00	10	7	59	52.52	100.00	12	4
4	45.40	150.00	15	3	60	46.15	40.00	8	6
5	95.63	250.00	22	4	61	54.91	80.00	12	5
6	29.36	60.00	10	3	62	27.04	70.00	10	3
7	33.76	80.00	12	3	63	38.32	200.00	20	2
8	54.77	50.00	8	7	64	66.75	180.00	20	3
9	53.06	60.00	10	5	65	38.99	80.00	12	3
10	31.63	60.00	10	3	66	68.43	70.00	10	7
11	30.42	80.00	12	3	67	32.53	100.00	12	3
12	61.69	60.00	10	6	68	28.26	120.00	15	2
13	35.03	50.00	8	4	69	80.17	120.00	15	5
14	43.30	100.00	12	4	70	15.06	100.02	12	1
15	43.02	80.00	12	4	71	53.93	90.00	12	4
16	82.48	60.00	10	8	72	37.30	80.00	12	3
17	60.70	120.00	15	4	73	69.62	150.00	15	5
18	71.75	80.00	12	6	74	53.10	110.00	15	4
19	209.23	200.00	20	10	75	51.53	110.00	15	3
20	64.40	80.00	12	5	76	66.78	120.00	15	4
21	90.83	200.00	20	5	77	25.89	30.00	8	3
22	201.84	250.00	22	9	78	28.18	60.00	10	3
23	73.55	80.00	12	6	79	48.33	120.00	15	3
24	47.95	70.00	10	5	80	108.86	200.00	20	5
25	146.12	90.00	12	12	81	22.96	80.00	12	2
26	40.98	100.00	12	3	82	65.60	65.00	10	7
27	86.45	80.00	12	7	83	31.95	200.00	20	2
28	60.66	180.00	20	3	84	49.46	140.00	15	3
29	219.98	150.00	15	15	85	31.08	120.00	15	2
30	146.71	120.00	15	10	86	123.29	90.00	12	10
31	118.47	130.00	15	8	87	116.43	80.00	12	10
32	57.58	80.00	12	5	88	26.76	50.00	8	3
33	114.08	70.00	10	11	89	207.86	170.00	20	10
34	72.06	110.00	15	5	90	75.33	40.00	8	9
35	54.36	250.00	22	2	91	137.19	75.00	10	14
36	47.05	30.00	8	6	92	60.86	90.00	12	5
37	15.23	70.00	10	2	93	56.88	55.00	10	6
38	40.83	120.00	15	3	94	41.07	80.00	12	3
39	64.39	60.00	10	6	95	48.53	60.00	10	5
40	137.75	65.00	10	14	96	46.56	60.00	10	5
41	62.14	40.00	8	8	97	35.99	90.00	12	3
42	31.32	80.00	12	3	98	40.87	45.00	8	5
43	39.77	90.00	12	3	99	24.78	90.00	12	2
44	74.79	65.00	10	7	100	11.34	100.00	12	1
45	33.84	90.00	12	3	101	41.07	70.00	10	4
46	46.64	80.00	12	4	102	50.72	60.00	10	5
47	54.49	90.00	12	5	103	21.90	200.00	20	1
48	36.98	80.00	12	3	104	31.71	70.00	10	3
49	36.81	60.00	10	4	105	31.52	60.00	10	3
50	30.91	120.00	15	2	106	37.07	80.00	12	3
51	131.69	170.00	20	7	107	49.55	120.00	15	3
52	44.39	60.00	10	4	108	61.76	40.00	8	8
53	47.17	50.00	8	6	109	127.23	65.00	10	13
54	143.87	1200.00	27	5	110	28.36	20.00	8	4
55	71.68	60.00	10	7	111	38.01	35.00	8	5
56	24.99	120.00	15	2	112	45.37	90.00	12	4

Fuente: Diego Sarabia, 2018

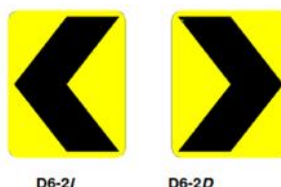
Obteniendo un resumen de la cantidad de delineadores de curva tenemos:

Tabla 145 Cantidad De Delineadores De Curva Utilizados

Descripción	Código	Dimensión (mm)	Cantidad
Delineador de curva	D6-2	600 mm x 750 mm	560

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Ilustración 21 Delineadores De Curva



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

7.3.5 Especificaciones De Construcción

7.3.5.1 Tablero

Las láminas de acero galvanizado de los tableros serán calibre dieciséis (16), revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis. El galvanizado deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino. La cara posterior debe contar con una pintura base, para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco. Las señales de destino (Informativas) y de información en ruta se fabricarán en lámina galvanizada calibre veinte (20) (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2002, p. 752). El material reflectivo para las señales verticales, delineadores y demás dispositivos deberán cumplir con las especificaciones contenidas en la Norma ASTM – D4956 (*Standard Specification for Retroreflective Sheeting for Traffic Control*).

Tabla 146 Especificaciones Para Las Láminas Retroreflective

Type	Typical Application
I	Highway signing, construction-zone devices, and delineators
II	Highway signing, construction-zone devices, and delineators
III	Highway signing, construction-zone devices, and delineators
IV	Highway signing, construction-zone devices, and delineators
V	Delineators
VI	Temporary roll-up signs, warning signs, traffic cone collars, and post bands
VII	Highway signing, construction-zone devices, and delineators
VIII	Highway signing, construction-zone devices, and delineators
IX	Highway signing, construction-zone devices, and delineators
X	Highway signing, construction-zone devices, and delineators

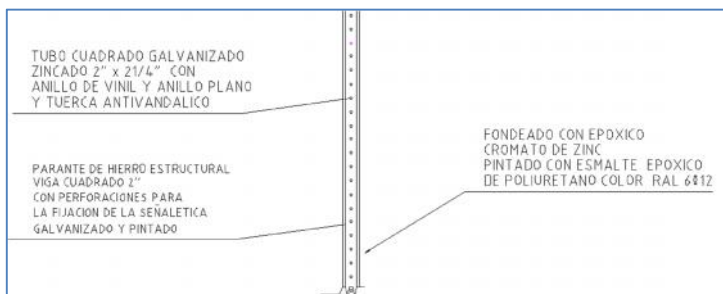
Fuente: ASTM D 4956 Especificaciones Para Láminas De Control De Tráfico P.2, 2004

Retro Reflectividad e iluminación. Todas las señales regulatorias deben cumplir con los parámetros de retro Reflectividad establecidos, para todos los tipos de señalización mínimo Tipo III, de la Norma ASTM D 4956 sección 7.1 y 7.2. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 16)

7.3.5.2 Postes

Los postes deberán ser elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un cuarto de pulgada (1/4"), con límite de fluencia mínimo de 25 kg/mm² en todos los tipos de señales, el cual será de primera clase y no se aceptarán añadiduras ni traslapes en postes y brazos. Se deberá garantizar la rigidez de las láminas de los tableros de las señales y delineadores, fijándolas a la cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deberán formar un perfecto plano de apoyo que en todo momento estará en contacto con la lámina; los postes, crucetas y anclajes deberán ser recubiertos con pintura anticorrosiva. (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2002, p. 752)

Ilustración 22 Detalle De Poste Para Colocación De Señalización

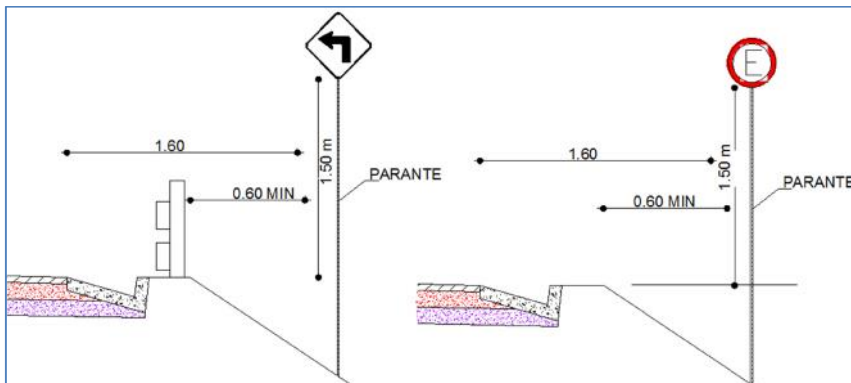


Fuente: Especificaciones Construcción De Caminos Y Puentes Mop-001-F. P 752 ,2002

7.3.5.3 Ubicación y Colocación

Toda la señalética se instalará a una altura aproximada de un metro cincuenta (1.50 m), medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del pavimento (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 12)

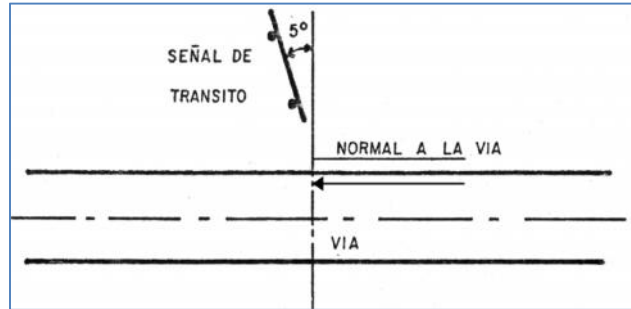
Ilustración 23 Ubicación De La Señalización Vertical



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

Para evitar el deslumbramiento desde las superficies de las señales, estas deben ser orientadas con un ángulo de 5° y en dirección al tránsito que estas sirven en alineamientos curvos, el ángulo de instalación debe ser determinado por el curso de aproximación del tránsito antes que por el filo de la vía en el punto donde la señal es colocada (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011, p. 13)

Ilustración 24 Orientación De Las Señales Verticales



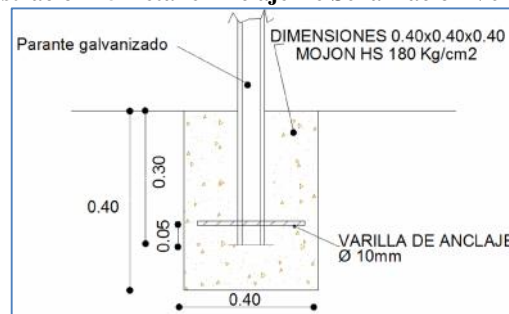
Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

7.3.5.4 Anclajes

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo 180 kg/cm².

Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto, realizándose una excavación cuadrada de 40 cm de lado y 40 cm de profundidad, para el anclaje de la señal (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2002, p. 752)

Ilustración 25 Detalle Anclaje De Señalización Vertical



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

7.4 Señalización Horizontal

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, cordones y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se

colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. (NORMAS PARA SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL, 2011, p. 19). El diseño de la señalización debe cumplir lo siguiente:

- a) Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retro Reflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios.

(REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 5)

- b) Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 5)

- c) Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado de reacción. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 5)

- d) Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 5)

- e) Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 5)

Ubicación: Toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de los usuarios de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a estos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficacia. Un conductor que viaja a la velocidad máxima

que permite la vía, debe tener siempre el tiempo suficiente para realizar todas estas acciones (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 5).

Conservación y Mantenimiento: Toda señalización tiene una vida útil que está en función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. Para ello, resulta imprescindible que las autoridades responsables de la instalación y mantenimiento de las señales cuenten con un inventario de ellas y un programa de mantenimiento e inspección que asegure su oportuna limpieza, reemplazo o retiro (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 5).

7.4.1 Demarcación Longitudinal

- Las líneas de borde a realizar corresponderán a líneas continuas de color blanco en los extremos y de color amarillo en la zona central, considerando la existencia de un separador físico que divide los dos sentidos viales de la vía. El ancho de dichas líneas es de 10 cm (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 11), las cuales se ubicarán en el borde exterior (color blanco), de cada una de las calzadas construidas, de tal manera que se permita la separación con las bermas o sobre anchos previstos en los diseños del proyecto y se indique a los usuarios el borde exterior o interior del pavimento con el fin de impedir el tránsito de vehículos por dichas zonas.
- Las líneas de carril servirán para delimitar los carriles que conducen el tránsito en diferente dirección, dichas líneas, corresponderán a franjas de color amarillas segmentadas (a excepción de las curvas), las cuales se ubicarán en la zona central de la calzada, y cuyas características

corresponderán a las condiciones de operación propias de cada tramo vial, este eje en el caso de línea a trazos, estará segmentado con una relación de longitudes entre segmento y espacio de 3 a 5 así: longitud del segmento pintado, 3m; longitud del espacio sin pintar, 9.00 m. El ancho de estas líneas es de 10 cm. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 11)

Tabla 147 Relación De Señalización Línea De Separación De Circulación Segmentada

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación de señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12	3 -- 9

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-2 P.12 ,2011

7.4.2 Tachas Reflectivas

Sirven para mejorar la percepción de los conductores durante la noche y en condiciones de visibilidad difíciles (niebla y lluvia), se hace necesaria la instalación de tachas reflectivas en el eje de la vía a lo largo de todo el proyecto.

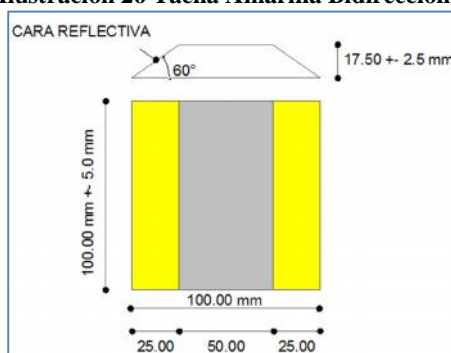
Para esto, se han seguido las indicaciones del Manual de Señalización RTE INEN 004-2, que recomienda instalar tachas reflectivas cada 12m. Por las características geométricas de la vía, por la topografía donde se desarrolla, la importancia de la misma, las condiciones climáticas de la región y la cantidad de vehículos que circulan se recomienda instalar tachas reflectivas de lado mayor o el diámetro de su base de 100 mm con tolerancia de ± 5 mm, altura de 17,5 mm con tolerancia de $\pm 2,5$ mm. Además, ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a 60° con la horizontal (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 8). El material retro reflectivos a ser añadidos a los demarcadores (tachas) cumplirá con lo indicado en la NTE INEN 2 289 y Norma ASTM D-4956.

Tabla 148 Niveles Mínimos De Retro reflexión En Tachas (Mcd/Lux – m²)

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación (grados)	Observación (grados)	Blanco	Amarillo
a 15.00 m	3.5	4.5	150	95
a 30.00 m	1.24	2.29	150	70

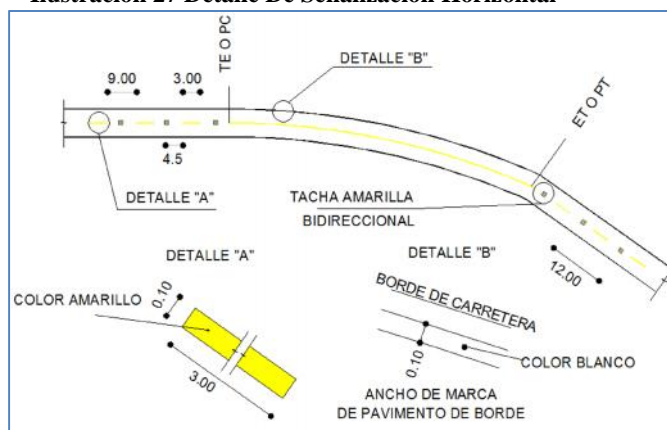
Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-2 P.9 ,2011

Ilustración 26 Tacha Amarilla Bidireccional



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-2 ,2011

Ilustración 27 Detalle De Señalización Horizontal



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-2 ,2011

Tabla 149 Cantidad De Pintura Utilizadas

Descripción	Longitud (m)
Pintura de pavimento (amarilla)	19140.385
Pintura de pavimento continua (blanca)	38280.77
Tachas reflectivas	1596.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

7.4.3 Características De La Pintura

- COLOR.- Blanco nieve o amarillo
- COMPOSICIÓN.- Pigmento: entre cincuenta y sesenta por ciento (50% - 60%), en peso - Agentes de unión: entre cuarenta y cincuenta por ciento (40% - 50%), en peso- Ligante acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.
- TIEMPO DE SECADO.- Al tráfico: máximo treinta (30) minutos, sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo; se considera tiempo de secado no "pick up" cuando una película de pintura ha llegado a una fase donde no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella; el ensayo se hace de acuerdo con el método de la norma ASTM D-71, que dice: (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011, p. 10)

“No "pick up": tiempo menor o igual a 15 minutos para capas de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm), a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y una humedad relativa de sesenta más o menos cinco por ciento ($60\% \pm 5\%$).”

7.5 Ubicación De La Señalética

Con los planos del diseño geométrico se determinó la colocación de señales preventivas, reglamentarias e informativas, según las disposiciones de la Norma técnica RTE-INEN 004 y los criterios normalizados de seguridad vial, teniendo en cuenta parámetros topográficos, geométricos.

Tabla 150 Ubicación Por Abscisas De La Señalización

ABSCISA	LADO IZQUIERDO	DIMENSIONES	CODIGO
	TIPO DE SEÑAL		
00+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
00+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - PUEBLO	LETREROS DE 1.80X0.60	II-a
00+220.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
00+360.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
00+460.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
00+500.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
00+530.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
00+940.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
01+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
01+420.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
01+660.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
01+760.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
01+850.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
01+900.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
02+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
02+020.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
02+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
02+460.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
02+570.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
02+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
02+640.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
02+860.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6I
03+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
03+060.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
03+200.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
03+400.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
03+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
03+780.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
03+880.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
03+910.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
04+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
04+180.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
04+360.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
04+510.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
04+680.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
04+780.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
04+990.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6D
05+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
05+080.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
05+150.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
05+180.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
05+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
05+620.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
05+940.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
06+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
06+120.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
06+380.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
06+540.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
06+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
06+630.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
06+700.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
06+960.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
07+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
07+080.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
07+310.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
07+400.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
07+430.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
07+470.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
07+560.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
07+680.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
07+740.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
07+940.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
08+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
08+100.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
08+260.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6I
08+400.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
08+470.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
08+540.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
08+580.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
08+680.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
08+820.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
09+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
09+080.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
09+360.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
09+540.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
09+620.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13

Fuente: Diego Sarabia, 2018

ABSCISA	LADO IZQUIERDO TIPO DE SEÑAL	DIMENSIONES	CODIGO
09+680.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
09+710.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
09+960.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
10+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
10+240.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
10+760.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
10+810.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
10+850.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
10+960.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
11+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
11+250.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
11+420.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
11+540.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
11+610.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
11+650.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
11+720.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
11+940.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
12+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
12+240.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
12+420.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
12+520.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
12+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
12+670.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
12+800.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
13+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
13+360.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
13+560.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
13+720.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
14+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
14+060.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
14+130.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
14+170.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
14+220.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
14+480.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
14+620.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
14+760.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
14+830.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
14+870.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
15+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
15+080.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
15+240.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
15+400.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
15+570.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
15+590.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
15+620.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
15+700.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
15+840.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
16+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
16+040.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
16+590.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
16+310.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6D
16+490.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6I
16+630.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
16+660.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
16+800.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
17+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
17+040.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
17+160.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
17+260.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
17+410.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
17+560.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
17+630.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
17+680.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
17+800.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
17+960.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
18+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
18+060.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
18+090.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
18+280.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
18+570.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
18+710.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
18+840.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
18+970.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
19+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
19+040.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
19+070.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
19+140.0	SEÑAL DE INFORMACION - PUEBLO	LETREROS DE 1.80X0.60	II-a

Fuente: Diego Sarabia, 2018

ABSCISA	LADO DERECHO		
	TIPO DE SEÑAL	DIMENSIONES	CODIGO
00+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
00+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - PUEBLO	LETREROS DE 1.80x0.60	II-a
00+030.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
00+060.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
00+210.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
00+250.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
00+380.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
00+500.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
00+820.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
01+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
01+340.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
01+440.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
01+550.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
01+580.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
01+690.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
01+940.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
02+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
02+130.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
02+360.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
02+420.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
02+450.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
02+480.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
02+650.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6D
02+920.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
03+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
03+080.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
03+280.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
03+420.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
03+560.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
03+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
03+660.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
04+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
04+050.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
04+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
04+480.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
04+510.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
04+580.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
04+710.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
04+800.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6I
04+960.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
05+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
05+180.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
05+420.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
05+460.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
05+520.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
05+660.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
06+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
06+180.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
06+290.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
06+320.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
06+400.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
06+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
06+820.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
06+980.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
07+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
07+190.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
07+230.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
07+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
07+460.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
07+560.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
07+680.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
07+760.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
07+790.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
07+860.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
07+970.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
08+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
08+100.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6D
08+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
08+460.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
08+540.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
08+580.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
08+620.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
08+720.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
08+890.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
08+960.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
09+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
09+190.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
09+230.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13

Fuente: Diego Sarabia, 2018

ABSCISA	LADO DERECHO		
	TIPO DE SEÑAL	DIMENSIONES	CODIGO
00+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
09+380.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
09+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
09+900.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
10+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
10+040.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
10+380.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
10+440.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
10+500.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
10+620.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
10+840.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
11+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
11+020.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
11+160.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
11+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
11+420.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
11+620.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
11+700.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
11+740.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
11+850.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
11+960.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA DER-IZQ	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4D
12+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
12+350.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
12+460.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
12+560.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
12+600.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
12+660.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
13+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
13+060.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
13+260.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
13+460.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
13+530.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
13+560.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
13+620.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
13+940.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
14+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
14+120.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
14+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
14+470.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
14+520.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
14+580.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
14+640.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
15+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
15+160.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
15+340.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
15+400.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
15+440.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
15+490.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
15+550.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
15+740.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
15+820.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
16+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
16+140.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6I
16+240.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
16+290.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA TIPO U DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-6D
16+500.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
16+630.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
16+700.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
16+860.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA Y CONTRACURVA ABIERTA IZQ-DER	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-4I
17+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
17+060.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
17+180.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
17+300.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
17+400.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
17+430.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
17+460.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
17+680.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
17+860.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
18+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
18+160.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1D
18+370.0	SEÑAL PREVENTIVA - VELOCIDAD MAXIMA	LETREROS DE 0.60x0.60	R4-1a
18+410.0	SEÑAL DE INFORMACION-PROHIBIDO REBASAR	LETREROS DE 0.60x0.60	R2-13
18+480.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA DERECHA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2D
18+740.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA ABIERTA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-2I
18+840.0	SEÑAL PREVENTIVA - CURVA CERRADA IZQUIERDA	LETREROS DE 0.60x0.60	P1-1I
19+000.0	SEÑAL DE INFORMACION - KILOMETRAJE	LETREROS DE 0.45x0.60	D-1
19+140.0	SEÑAL DE INFORMACION - PUEBLO	LETREROS DE 1.80X0.60	II-a

Fuente: Diego Sarabia, 2018

7.5.1 Cálculo De Cantidades De Obra

Tabla 151 Resumen De Señalización Utilizada En El Proyecto

Resumen De Señalización	Cantidad
señal de información - kilometraje letreros de 0.45x0.60	40
señal de información letreros de 1.80x0.60	4
señal preventiva - curva abierta derecha - letreros de 0.60x0.60	64
señal preventiva - curva abierta izquierda letreros de 0.60x0.60	64
señal de información-prohibido rebasar - letreros de 0.60x0.60	40
señal preventiva - velocidad máxima - letreros de 0.60x0.60	41
señal preventiva - curva tipo u derecha - letreros de 0.60x0.60	5
señal preventiva - curva tipo u izquierda - letreros de 0.60x0.60	5
señal preventiva - curva y contra curva derecha izquierda - letreros de 0.60x0.60	9
señal preventiva - curva y contra curva izquierda derecha - letreros de 0.60x0.60	14
señal preventiva - curva cerrada derecha - letreros de 0.60x0.60	11
señal preventiva - curva cerrada izquierda - letreros de 0.60x0.60	11
chevrones - letreros de 0.70x0.90	560

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 152 Cantidad De Señalización

Cantidad De Señalización Utilizada		
Delineadores de curva horizontal tipo CHEVRON (0.60X0.75) m	u	560.00
Letreros de 0.45 x 0.60 m.	u	40.00
Letreros de 0.60 x 0.60 m.	u	264.00
Letreros de 1.80 x 0.60 m.	u	4.00
Pintura de pavimento (amarilla)	m	19140.385
Pintura de pavimento continua (blanca)	m	38280.77
Tachas reflectivas	u	1596.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

CAPITULO VIII

8 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 Introducción

Este capítulo está dirigido a determinar lo efectos a producirse en el entorno natural durante la futura construcción de la vía en estudio, con el fin de proteger el ecosistema que actualmente existe en el sector a lo largo de toda la zona de influencia del proyecto.

8.2 Antecedentes

Este proyecto contiene el diseño vial de la vía Boca del Sucio – Las delicias – San Salvador con una longitud de 19.14 km, la misma que a lo largo de todo el estudio su estructura de pavimento ha dado como resultado la implementación de pavimento flexible. Mediante los estudios realizados anteriormente, se llegaron a determinar que la vía pertenece a una clase tipo IV (camino vecinal), aplicado a un pavimento flexible, con la colocación de alcantarillas para un adecuado drenaje y con la colocación de la señalética necesaria. Una vez en el que se proceda a ejecutar esta obra se conseguirá elevar el nivel de servicio vehicular, mejorar la producción agrícola, mejorar la comunicación - conectividad con otras comunidades, disminuir los problemas de salud, especialmente los que se generan por aguas estancadas.

Es de esta manera que el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) determinará las condiciones necesarias para mitigar los efectos que puedan producirse en el entorno natural una vez ejecutada la obra.

8.3 Objetivos

8.3.1 General

Determinar y analizar las variables físicas, bióticas y socioeconómicas del área de afectación a la vía Boca del Sucio – Las delicias – San Salvador, y de esta manera proceder a generar medidas ambientales que garanticen un adecuado manejo del proyecto.

8.3.2 Objetivo Específico

- Establecer la línea base del proyecto (recurso: físico, biótico, socioeconómico).
- Establecer un Plan De Manejo Ambiental el cual considere realizar lo necesario para mitigar los efectos a producirse dentro de la zona de influencia del proyecto.

8.4 Ubicación

El proyecto se localiza hacia el sur-occidente de la ciudad de Esmeraldas, parroquia San Gregorio, Cantón Muisne, en la Provincia de Esmeraldas, vía que conecta a los recintos de Boca del Sucio – Las Delicias – San Salvador. Entre las siguientes coordenadas:

Tabla 153. Coordenadas Ubicación Del Proyecto

SITIO	COORDENADAS UTM		COTA
INICIO SECTOR BOCA DEL SUCIO (0+000.00)	10°060.617,99 N	618 561.14 E	6.80 M.S.N.M
FIN SECTOR SAN SALVADOR (19+140,384)	10°053.958,58 N	626 263.80 E	24.8 M.S.N.M

Fuente: Diego Sarabia, 2018

8.5 Metodología

El presente estudio se lo ha desarrollado de la siguiente manera:

- Recopilación de información sobre el cantón Muisne y de los Recintos de la Boca del sucio - Las Delicias – San Salvador (Ubicación, hidrografía, clima, población situación económica etc.)
- Determinación de los principales impactos ambientales
- Elaboración de un Plan de manejo ambiental en donde se aplique las correspondientes medidas para disminuir o mitigar los efectos que puedan producirse durante la construcción de la vía Boca del sucio - Las Delicias – San Salvador

8.6 Marco Legal

A continuación se resumen las leyes, normas y reglamentos de la legislación ecuatoriana y tratados internacionales sobre el medio ambiente para la protección de recursos naturales como la fauna, flora y el paisaje.

Tabla 154 Leyes Normas Y Reglamentos Relacionados Al Medio Ambiente

Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 449 del 20 de octubre de 2008	Art. 3 numeral 4 y 5, Art. 14, Art. 15, Art. 66 numeral 27, Art. 71, Art. 72, Art. 73, Art. 83, Art. 263, Art. 264, Art. 276 numeral 4, Art. 395, numeral 3, Art. 411, Art. 412, Art. 413.
Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, N° 19, publicada en el Suplemento del Registro Oficial N° 418, de 10 de septiembre de 2004	Art. 1, Art. 6, Art. 28, Art. 29, Art. 39, Art. 40, Art. 41 y Art. 42
Ley de Minería. Registro Oficial Suplemento 517 del 29 de enero de 2009	Art. 15, Art. 78, Art. 79, Art. 80, Art. 81, Art. 82, Art. 83, Art. 84, Art. 85, Art. 86
Ley de prevención y control de la contaminación ambiental. R. O. Suplemento no. 418 del 10 de septiembre del 2004.	Art. 1, Art. 6, Art. 10 y Art. 17
Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente. Decreto Ejecutivo 3516, publicado en el Registro Oficial N° E 2, de 31 de marzo de 2003	Art. 3. Anexos al Libro VI: De la Calidad Ambiental, Art. 15, Art. 22, Art. 16, Art. 62, Art. 77, Art. 80,
Ley de Aguas, Codificación de la Ley de Aguas. Codificación 2004 – 016, 20 de mayo del 2004	Art. 5, Art. 20 y Art. 22
Ley Orgánica de la Salud, Ley 67. Registro Oficial Suplemento 63 del 22 de diciembre del 2006	Art. 6, Art. 7, Art. 8, Art. 9, Art. 10, Art. 11, Art. 12.
Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Codificación No. 20 Suplemento del R.O. No. 418, de 10 de septiembre de 2004	Art. 5.
Codificación de la Ley de Defensa contra Incendios, publicada en el Registro Oficial N° 815, de 19 de abril de 1979; y, su Ley Reformatoria N° 6, publicada en el Registro Oficial N° 99, de 9 de junio de 2003.	Art. 23 y Art. 24
Reglamento General de la Ley de Minería, publicado en el Registro Oficial No 67 del 16 de noviembre del 2009	Art. 44 y Art. 48
Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, Publicado en el Acuerdo Ministerial No. 01257, Edición Especial N° 114, Registro Oficial del 2 de abril del 2009	Art. 29 y Art. 325.
Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, R.O. No. 374, febrero 4, 1994	Art. 11, Art. 14, Art. 53, Núm. 4, Art. 62 al 68, Art. 135 al 141, Art. 135, Art. 137, Art. 138, Art. 139, Art. 140, Art. 141, Art. 155, Art. 159, Art. 175, Art. 176, Art. 178, Art. 179, Art. 180.
Acuerdo Ministerial No. 161 Reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del 31 de agosto de 2011	Art. 164, Art. 168, Art. 170, Art. 171, Art. 179, Art. 207, Art. 219.
Acuerdo Ministerial No. 066, publicado en el Registro Oficial No. 036 del 15 de Julio de 2013, Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social.	Art. 1 y Art. 2
Acuerdo Ministerial No. 068 Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Libro VI, Título I del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), del 31 de Julio de 2013, Registro Oficial 033	Art. 38, Art. 39, Art. 44, Art. 53, Art. 55, Art. 62, Art. 63, 64 y 65
Acuerdo Ministerial No. 006 Reforma el Título I y IV del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, del 18 de febrero de 2014	Art. 1 y Art. 2
NTE INEN 2266:2010 Transporte, Almacenamiento y Manejo de materiales peligrosos. Requisitos,	6.1.3.1 y 6.1.3.3, 6.1.5.1, 6.1.7.1, 6.1.7.2, 6.1.7.3, 6.1.7.7, 6.1.7.11, 6.1.7.12.

Fuente: La Constitución Política De La República Del Ecuador, 2008

8.8 Línea Base Ambiental

8.8.1 Medio Físico

8.8.1.1 Topografía

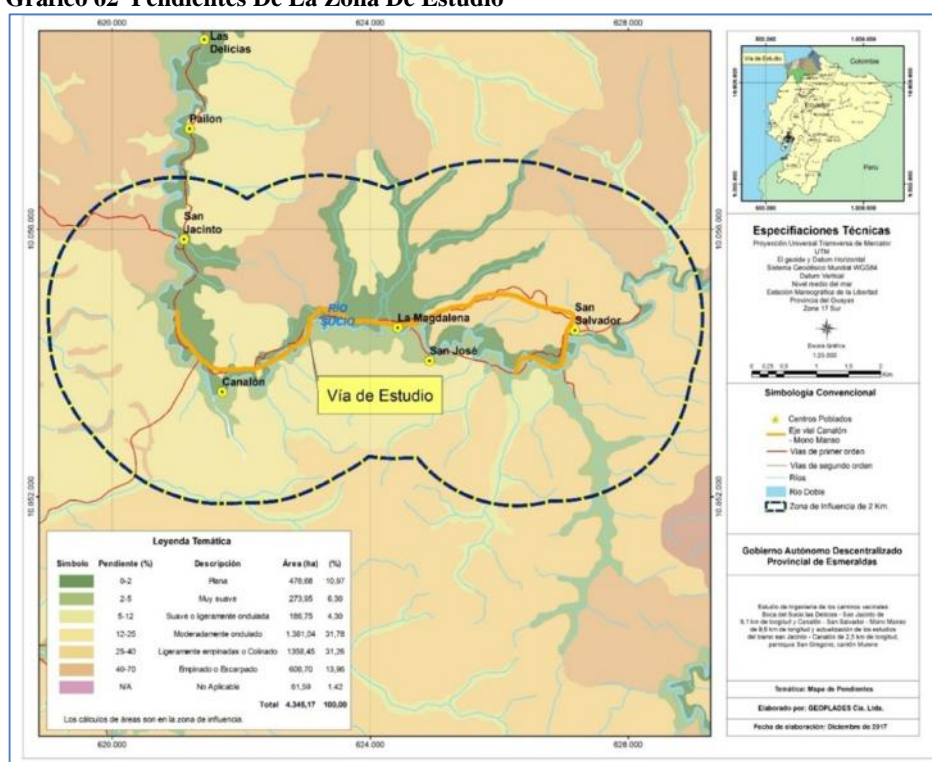
La zona de influencia de la vía en estudio se localiza en dos tipos de relieve: la mayor parte del trayecto en un relieve plano y la otra parte en un relieve colinado ligeramente empinado, por su parte en las áreas adyacencias a la vía se tienen distintos rangos de pendientes que van desde relieves moderadamente ondulado hasta empinados o escarpados. Las cotas aproximadas de implantación de la vía van desde los 21 m.s.n.m., hasta los 123 m.s.n.m. en su cota más alta. (GAD PARROQUIAL, 2018). También, dentro de esta zona de estudio se pueden apreciar que las unidades con pendientes moderadamente onduladas (12 - 25%) son las predominantes en el área, las cuales ocupan el 31,78% seguido de las pendientes ligeramente empinadas o colinadas (25 - 40%) que abarcan el 31,26% y pendientes empinadas o escarpadas (40 - 70%) con un porcentaje de 13,96% dentro del área de estudio. (GAD PARROQUIAL, 2018) (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2018) . En el cuadro de rangos de pendientes en la zona del estudio y mapa de pendientes de la zona de influencia directa de la vía Canalón - San Salvador - Mono Manso, se puede observar con más detalle la distribución de las pendientes en la zona de influencia.

Tabla 155 Rangos De Pendientes De La Zona De Estudio

Pendiente (%)	Descripción	Área (Ha)	(%)
0 - 2	Plana	476,68	10,97
2 - 5	Muy suave	273,95	6,30
5 - 12	Suave o ligeramente ondulada	186,75	4,30
12 - 25	Moderadamente ondulado	1.381,04	31,78
25 - 40	Ligeramente empinadas o Colinado	1.358,45	31,26
40 - 70	Empinado o Escarpado	606,70	13,96
N/A	No Aplicable	61,59	1,42
Total		4.345,17	100,00

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial De San Gregorio, 2016

Gráfico 62 Pendientes De La Zona De Estudio



Fuente: Ministerio De Agricultura Y Ganadería MAGAP, 2018

8.8.1.2 Clima

Muisne se encuentra en una Provincia Pacífica, la cual se extiende por las laderas bajas de los andes ecuatorianos y colombianos, es una de las regiones más húmedas del planeta por estar en la Región Húmedo Tropical, la temperatura media anual es de 24.7°C, pero puede variar entre los 17°C a los 27°C. El clima es tropical cálido húmedo con frecuentes precipitaciones pluviales. Concurren vientos alisios

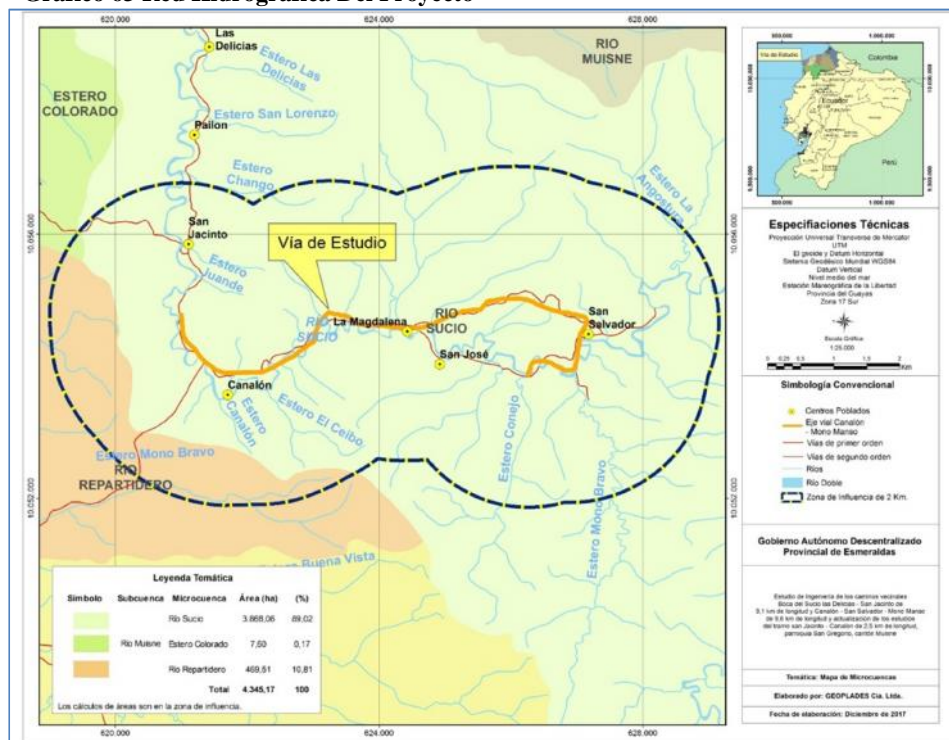
provenientes del oeste. La humedad relativa es de 85.6%. Las precipitaciones medias anuales fluctúan entre 500 y 3000 mm. Y varían sustancialmente entre las áreas próximas al mar y las ubicadas hacia el interior del continente. Las aguas del mar territorial ecuatoriano reciben la influencia de la corriente cálida del Niño y la corriente fría de Humboldt, en las costas de Esmeraldas y de Muisne las aguas tienen mayor temperatura, al sur del cantón, en especial en la isla de Muisne el mar se enfría en los meses de mayo a octubre y la presencia de agua mala es evidente. (GAD PARROQUIAL, 2018) (INSTITUTO ESPACIAL ECUATORIANO, 2018) (INHAMI, 2018).

8.8.1.3 Hidrografía

La hidrografía del proyecto vial está constituida por 6 esteros y 3 quebradas pequeñas, que son aporte del río del Sucio, que al inicio del proyecto desemboca en el río Muisne, para descargar en el océano Pacífico.

La siguiente Tabla indica la respectiva red hidrográfica existente en el proyecto con su respectiva abscisa de ubicación:

Gráfico 63 Red Hidrográfica Del Proyecto



Fuente: SENA HUA, Sistema Nacional De Información (SNI)

Tabla 156 Red Hidrográfica Existente

Nº	Abscisa	Nombre	L Cauce Km
1	0+133.12	Estero León	10.91
2	4+811.53	Estero las delicias	1.87
3	5+905.13	Estero San Lorenzo	2.28
4	6+917.06	Estero del Chango	2.15
5	8+282.83	Estero S/N 1	1.19
6	8+826.29	Estero Juandé	0.70
7	10+947.64	Estero S/N 2	0.60
8	12+004.64	Quebrada 1	1.26
9	12+880.80	Quebrada 2	2.91
10	13+699.97	Quebrada 3	4.04

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Los ríos y esteros son fuente de agua para consumo humano de las poblaciones que se asientan en sus orillas. La disponibilidad del recurso agua constituye una potencialidad de la parroquia San Gregorio, pero no han sido visibilizados por las entidades del ramo o por ausencia de políticas para su adecuado manejo y conservación. En época de invierno los ríos y esteros aumentan el caudal de agua que terminan inundando las playas o sus márgenes que se convierten en zonas de riesgos

para los asentamientos humanos que están asentados cerca de la línea marítima, igualmente con pérdida de espacios recreativos para la población local o de espacios turísticos sin aprovechar. (GAD PARROQUIAL, 2018)

8.8.1.4 Geología

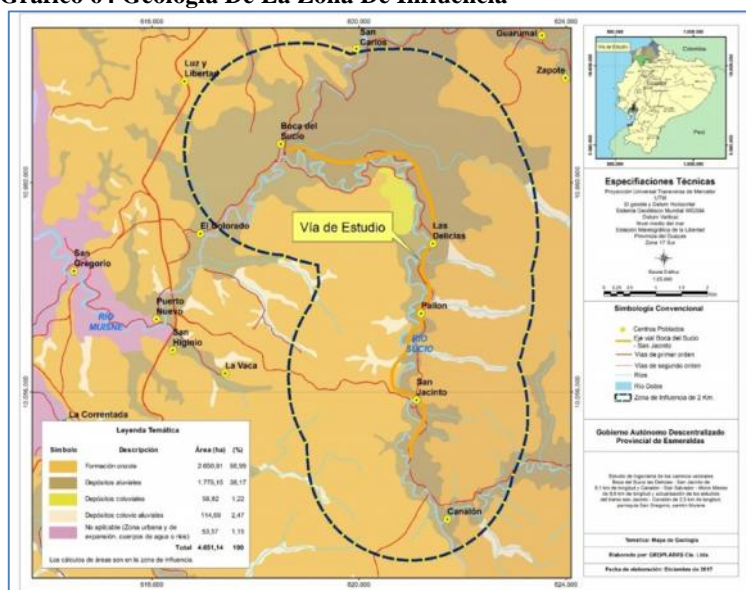
Según los datos obtenidos del Instituto Espacial Ecuatoriano, 2018, reseñados en las memorias técnicas indican que la zona de estudio está comprendida por las siguientes unidades geológicas, descritas a continuación y presentadas en el cuadro de unidades geológicas en la zona del estudio y en el mapa de geología de la zona de influencia directa de la vía Boca del Sucio - Las Delicias - San Jacinto:

Tabla 157 Unidades Geológicas De La Zona De Estudio

Descripción	Área (Ha)	(%)
Formación Onzole	2.650,91	56,99
Depósitos aluviales	1.775,15	38,17
Depósitos coluvio aluviales	114,69	2,47
Depósitos coluviales	56,82	1,22
No aplicable (Zona urbana y de expansión, cuerpos de agua o ríos)	53,57	1,15
Total	4.651,14	100

Fuente: Instituto Ecuatoriano Espacial, 2018

Gráfico 64 Geología De La Zona De Influencia



Fuente: Instituto De Investigación Geológico Minero Metalúrgico, 2018

8.8.1.1 Medio Socio Económico - Cultural

Las actividades económicas (primer nivel) a nivel de parroquia continúa siendo la agricultura, ganadería, pesca y silvicultura constituye con el 58,4%, seguida de otras actividades con el 21,9%, estas dos actividades representan 80,3%; otras actividades 29 incluyen trabajador nuevos con el 5%, enseñanza 3,2%, otras actividades con diferentes porcentajes menores la diferencia. La población en las diferentes actividades suma 1.890 casos. (GAD PARROQUIAL, 2018)

El desarrollo económico de la parroquia a la luz de los datos es agropecuario, se sustenta en el aprovechamiento de los recursos naturales en sus diferentes formas a partir de las cuales se han ido desarrollando actividades económicas complementarias. (GAD PARROQUIAL, 2018)

La población según el censo (2010) son 1.535 personas (25,5%), que se autodefinen como negros, mulatos, y afro-ecuatorianos, están dispersos en las diferentes comunidades de la parroquia, caracterizados por sus costumbres ancestrales y sus diferenciadas en su función del lugar donde viven y procedencia pero se destacan por su identidad cultural que está dada por su actividad que se realiza en cada lugar. Lo característico de los afro-ecuatorianos son todas aquellas cosas elementos o rasgos que lo diferencian en relación al resto y lo hacen exclusivos o típicos. Es un grupo que tiene sus propias manifestaciones culturales “la marimba, la danza, la música en sí y la artesanía” Es una comunidad que tiene sus propias manifestaciones culturales, en la música su instrumento favorito es la marimba que va acompañada de otros instrumentos como el “cununo” y el “guaza”. (GAD PARROQUIAL, 2018)

La economía de los afro-ecuatorianos es de subsistencia caracterizada por bajos ingresos situación laboral inestable. Éste grupos humano que habitan en el sector

rural de la parroquia combinan tradicionalmente la agricultura con la recolección de frutos del bosque tropical. (GAD PARROQUIAL, 2018)

8.8.1.2 Educación

La educación de la población y sus políticas está en poder del gobierno central por medio de la entidad correspondiente en sus diferentes niveles, mayoritariamente sostenidas por el Gobierno Central. Seguido de planteles no definidos y escasamente por el Municipio. (GAD PARROQUIAL, 2018)

Entre los principales problemas del sector de la educación, se identifican a la deteriorada infraestructura de los planteles y el deficiente acceso a las tecnologías de la información y comunicación. A continuación se presentan los principales indicadores y variables que permiten establecer el estado de situación de la educación en la parroquia. (GAD PARROQUIAL, 2018)

Gráfico 65 Nivel De Educación De La Zona De Influencia Del Proyecto

Nivel De Instrucción	No	%	Hombres	%	Mujeres	%
Ninguno	381	7.6	196	51.4	185	48.6
Centro De Enfazización	111	2.2	34	30.6	77	69.4
Preescolar	95	1.9	49	51.6	46	48.4
Primario	2321	46.3	1314	56.6	1007	43.4
Secundario	547	10.9	300	54.8	247	45.2
Educación Básica	1043	20.8	555	53.2	488	46.8
Bachillerato-Educación Media	217	4.3	125	57.6	92	42.4
Ciclo Post-bachillerato	27	0.5	14	51.9	13	48.1
Superior	60	1.2	31	51.7	29	48.3
Postgrado	1	0.0	1	100.0	0	0.0
Se Ignora	214	4.3	134	62.6	80	37.4
Total	5017	100	2753	56.6	2264	43.4

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial De San Gregorio, 2016

8.8.1.3 Salud

En cuanto la salud se establece las principales enfermedades prevalentes para las autoridades locales de Salud a nivel de parroquia, entre ellos:

1. Diarreas 2. Respiratorias 3. Hipertensión / estrés 4. Paludismo
5. Dengue 6. Desnutrición infantil 7. Dermatitis (ríos contaminados)

Tabla 158 Casos De Problemas De Salud – Producidas Por El Agua

Procedencia	Casos	%	Acumulado %
La hierven	694	53.1	53.1
La beben tal como llega al hogar	285	21.8	75.0
Compran agua purificada	194	14.9	89.8
Le ponen cloro	130	10	99.8
La filtran	3	0.2	100
Total	1306	100	

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial De San Gregorio, 2016

8.8.2 Medio Biótico

8.8.2.1 Cobertura Vegetal (Flora)

Se puede definir como cobertura vegetal a la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También, se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como el caso de las áreas de cultivos. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2018).

Mediante el análisis del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo del Cantón Muisne, elaborado en el año 2015, a escala 1:25000, dentro de la zona de implantación de la vía y sus zonas aledañas se han identificado los siguientes tipos de cobertura vegetal:

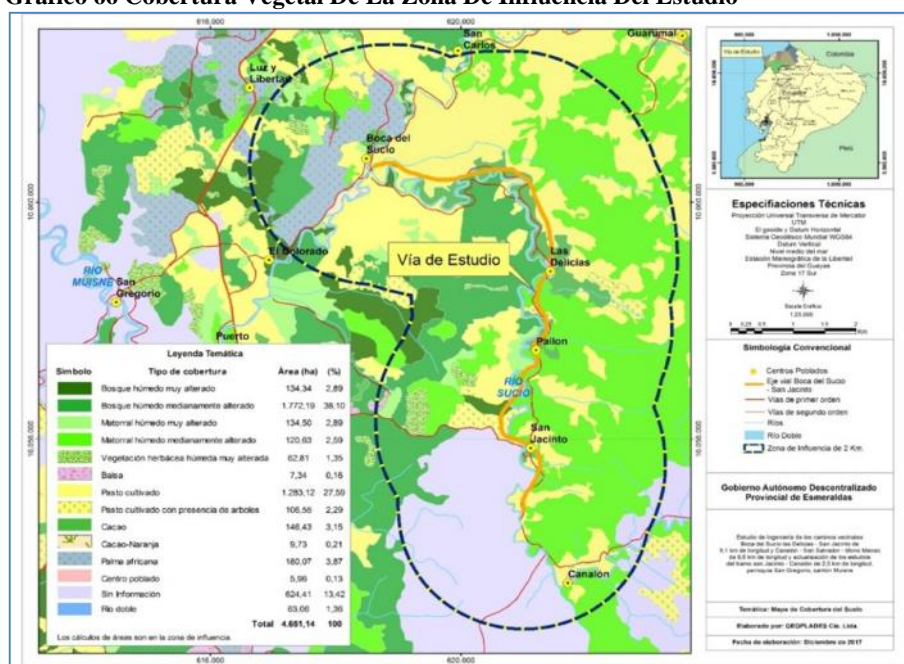
A continuación, se muestran el detalle y distribución de las coberturas vegetales en la tabla y mapa:

Tabla 159 Cobertura Vegetal De La Zona De Influencia Del Estudio

Tipo De Categoría	Tipo De Cobertura	Área (Ha)	(%)
Bosque Nativo	Bosque húmedo muy alterado	134,34	2,89
	Bosque húmedo medianamente alterado	1.772,19	38,10
Vegetación arbustiva	Matorral húmedo muy alterado	134,50	2,89
	Matorral húmedo medianamente alterado	120,63	2,59
Vegetación herbácea	Vegetación herbácea húmeda muy alterada	62,81	1,35
Plantación forestal	Balsa	7,34	0,16
Pastizal	Pasto cultivado	1.283,12	27,59
Cultivo	Cacao	146,43	3,15
	Cacao-naranja	9,73	0,21
	Palma africana	180,07	3,87
Área poblada	Centro poblado	5,96	0,13
Cuerpo de agua	Río doble	63,06	1,36
TOTAL		4.651,14	100

Fuente: Ministerio De Agricultura Y Ganadería MAGAP, 2018

Gráfico 66 Cobertura Vegetal De La Zona De Influencia Del Estudio



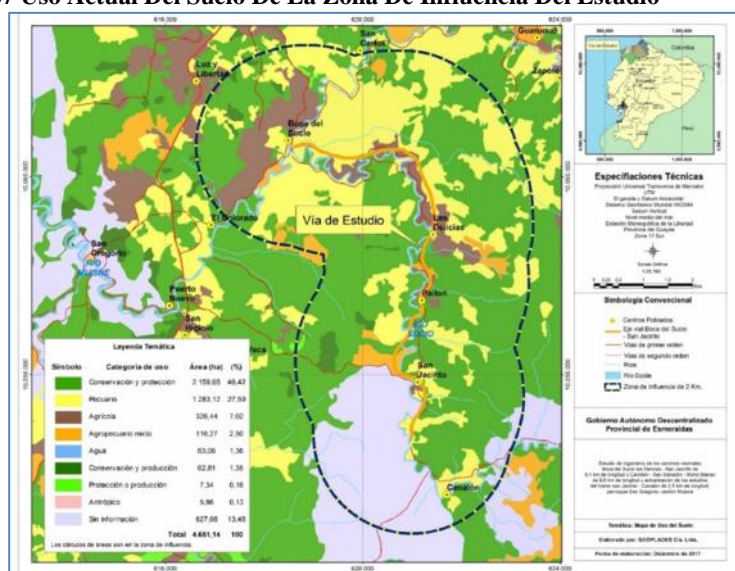
Fuente: Ministerio De Agricultura Y Ganadería MAGAP, 2018

La parroquia San Gregorio es una de las más productivas del cantón porque se encuentran las camaroneras que constituyen la fuente principal de ingresos para sus habitantes; también existen cultivos, que por la superficie no son tan representativos

como: cacao, banano, maíz duro y plátano, café, limón, coco, palma africana-aceitera. (GAD PARROQUIAL, 2018)

Los diferentes tipos de unidades de cobertura de la tierra se ordenan y agrupan en una clasificación general en base a características comunes, constituyéndose en una clase o categoría de uso de la tierra, en este caso siempre se refiere como “categoría de uso”. Las diferentes categorías de uso de la tierra del área de influencia, se establecen en la siguiente tabla:

Gráfico 67 Uso Actual Del Suelo De La Zona De Influencia Del Estudio



Fuente: Ministerio De Agricultura Y Ganadería MAGAP, 2018

Tabla 160 Uso Actual Del Suelo De La Zona De Influencia Del Estudio

CATEGORÍA DE USO	ÁREA (ha)	(%)
Conservación y protección	2.159,05	46,42
Pecuario	1.283,12	27,59
Agrícola	326,44	7,02
Agropecuuario mixto	116,27	2,50
Agua	63,06	1,36
Conservación y producción	62,81	1,35
Protección o producción	7,34	0,16
Antrópico	5,96	0,13
Sin Información	627,08	13,48
Total	4.651,14	100

Fuente: Ministerio De Agricultura Y Ganadería MAGAP, 2018

8.8.2.2 Descripción Zoológica (Fauna)

Dentro de la fauna más representativa del área encontramos aves como: Tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*), Garrapateros (*Crotophaga ani*); Tortolita Ecuatoriana (*Columbina buckleyi*); Gallinazos (*Coragyps atratus*); Sotorreyes (*Troglodytes aedon*); Tangaras (*Ramphocelus icteronotus*) y (*Thraupis episcopus*); Paleton (*Ramphastus swainsonii*); Periquito del Pacífico (*Forpus coelestis*). (GAD PARROQUIAL, 2018) Estas especies se registraron en parches de bosque secundario y hábitats abiertos cerca de bordes de carretera y presencia de pastizal, cultivos de palma africana, teca, balsa, plátano y cacao, las cuales son de sensibilidad baja.

Mamíferos: Tatabra, Pecaritajacu; Venado, *Mazama americana*; Armadillo, *Dasyproctus novemcinctus*; Perezoso de dos dedos, *Choloepus hoffmanni*; Ardilla de cola roja, *Sciurus granatensis*; Guatusa, *Dasyprocta punctata*; Guanta *Cuniculus*, paca; Mono capuchino blanco, *Cebus bifrons*. (GAD PARROQUIAL, 2018)

Gráfico 68 *Dasyproctus novemcinctus* -Fauna Del Sector



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial De San Gregorio, 2016

Gráfico 69 Falsa Coral -Fauna Del Sector



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial De San Gregorio, 2016

Reptiles: Piande o pasaríos *Basiliscusgaleritus*; Lagartija palo espinosa, *Enyalioidesheterolepis*; Ameiva de Bocourt *Ameivaedracantha*; Boa de la costa *Boa constrictor imperator*; Equis de la costa *Bothropsasper*; Serpiente liana café *Oxybelisaeneus*; Serpiente liana verde *Oxybelisbrevirostris*; Falsa coral *Oxyrhopuspetola*; Serpiente corredora aceituna de bosque *Dendrophidiondendrophis*; Serpiente gato *mantodescenchoa*. (GAD PARROQUIAL, 2018).

En este caso la vía pasa por diferentes zonas paisajísticas ecológicamente hablando y con ello la presencia de insectos y otros invertebrados es muy alta sobre todo donde hay remanentes muy importantes de bosques. Lepidópteros, coleópteros, himenópteros, hemípteros, homópteros, odonatos, efemerópteros, ortópteros, dípteros y otros artrópodos como arañas, ácaros, diplópodos y miriápodos. (GAD PARROQUIAL, 2018)

8.8.3 Identificación Clasificación Los Impactos Ambientales

Tabla 161 Principales Impactos Ambientales Del Proyecto

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Positivo Negativo	Etapas Del Proyecto
Fase De Construcción			
Generación de desechos sólidos Generación de derrames de material pétreo	Contaminación del suelo y agua	Negativo	Ejecución de la obra
Derrames de químicos, combustibles aceites y grasas	Contaminación del suelo y agua	Negativo	
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico	Ocurrencia de accidentes laborales	Negativo	
Generación de desechos líquidos	Contaminación del agua	Negativo	
Emisión de polvo y gases de combustión por la operación de maquinaria pesada	Alteración de la calidad del aire Molestia en los moradores del sector	Negativo	Desbroce, limpieza y evacuación de escombros
Emisión de altos niveles de presión sonora por la operación de maquinaria	Molestia en los moradores del sector	Negativo	
Generación de escombros Compactación del suelo	Alteración de la calidad del suelo actual Alteración de las características actuales del suelo	Negativo	
Incremento de la concentración de sólidos en los cuerpos de agua, producto del movimiento de tierras	Alteración de la calidad del agua	Negativo	
Presencia de trabajadores y técnicos	Incremento de la actividad productiva en comercios del	Positivo	

	sector		
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico	Ocurrencia de accidentes laborales, emergencias	Negativo	
Cierre de vías de acceso	Malestar en la comunidad	Negativo	
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico	Ocurrencia de accidentes laborales	Negativo	
Presencia de personal ajenos al proyecto	Ocurrencia de accidentes	Negativo	
Contacto de aguas lluvias con material de construcción incrementará la concentración de sólidos	Alteración en la calidad del agua	Negativo	
Emisiones de polvo debido a materiales de construcción y presencia de maquinaria	Alteración de la calidad del aire Molestia en los moradores del sector	Negativo	
Emisión de altos niveles de presión sonora por la operación de maquinaria	Molestia en los moradores del sector	Negativo	
Presencia de trabajadores y técnicos	Aumento de la actividad productiva en comercios del sector	Positivo	Cimentación y excavaciones
Presencia de personas ajenas al proyecto	Ocurrencia de accidentes	Negativo	
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico	Ocurrencia de accidentes laborales	Negativo	
Derrames de grasas, aceites, combustibles por mantenimientos no autorizados de la maquinaria	Contaminación del suelo	Negativo	
Emisiones de polvo y gases de combustión por los vehículos, uso de materiales, etc.	Alteración de la calidad del aire	Negativo	
Emisión de altos niveles de presión sonora por la presencia de vehículos pesados	Alteración de la calidad del aire Molestia en los moradores del sector	Negativo	Obtención de materiales (explotación de minas y canteras)
Obtención de materiales	Extracción de materiales en condiciones anti técnicas	Negativo	
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico	Ocurrencia de accidentes laborales	Negativo	
Presencia de trabajadores y técnicos	Aumento de la actividad productiva en comercios del sector	Positivo	
Emisiones de polvo debido a materiales de construcción y presencia de maquinaria	Alteración de la calidad del aire	Negativo	
Emisión de altos niveles de presión sonora por la operación de maquinaria	Molestia en los moradores del sector	Negativo	Colocación de asfalto y montaje de las estructuras requeridas en la vía
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico	Ocurrencia de accidentes laborales	Negativo	
Derrames de grasa, aceites, combustibles, ya sea por mantenimientos no autorizados de la maquinaria u otras actividades de revisión y/o mantenimiento	Contaminación del suelo	Negativo	
Fase de Operación			
Facilidades de movilización	Bienestar de la comunidad	Positivo	Operación y mantenimiento

Fuente: Diego Sarabia, 2018

8.9 Plan De Manejo Ambiental

8.9.1 Plan De Prevención Y Mitigación De Impactos

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA TEMPORAL					
OBJETIVOS: Controlar el manejo ambiental de las bodegas provisionales implementadas por la contratista para el almacenamiento temporal de materiales y suministros a ser empleados en la obra. LUGAR DE APLICACIÓN: En todos los frentes de trabajo. RESPONSABLE: Los responsables directos del cumplimiento de este plan son la contratista, y fiscalización.					PPM-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Generación de desechos líquidos.	Contaminación potencial del suelo y agua por inadecuado manejo de desechos.	El manejo de residuos líquidos domésticos durante la etapa de construcción, se realizará mediante el uso de letrinas móviles, las cuales serán alquiladas.	No. de Letrinas móviles implementados / No. de Letrinas móviles requeridas.	Registros Fotografías Supervisiones	Continua
Contaminación potencial del suelo por derrames de materiales / suministros.	Contaminación de suelo.	Alquilar las bodegas para almacenar materiales y suministros, cumpliendo con las siguientes especificaciones: áreas restringidas al personal no autorizado, piso impermeable (geo membrana, geo textil), dentro de cubetos para contención de derrames con capacidad del 110% del volumen del contenedor de mayor tamaño (en el caso de almacenar líquidos), debidamente señalizada.	No. de áreas acondicionadas / No. de áreas totales de almacenamiento.	Fotografías de las medidas tomadas Supervisiones	Continua
Contaminación potencial del suelo por derrames de materiales / suministros.	Contaminación de suelo.	Se deberá tener un estricto control de los tanques que contienen materiales y suministros (pintura, combustible, aceite, etc.), los mismos que deben estar en buenas condiciones físicas sin abolladuras ni fugas a fin de evitar derrames, se deberá contar con la respectiva señalización y delimitación del área destinada para el almacenamiento, estarán protegidas contra la lluvia y el viento los sitios de almacenaje.	% de cumplimiento.	Registro Fotografías Supervisiones	Continua

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE MANEJO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA					
OBJETIVOS: Diseñar las medidas de manejo y control ambiental para el manejo del patio de mantenimiento de equipos y materiales. LUGAR DE APLICACIÓN: En todos los frentes de trabajo, y sitios de uso de maquinaria y equipo. RESPONSABLE: Los responsables directos del cumplimiento de este plan son la contratista, y fiscalización.					PPM-02
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Emisiones de polvo y gases de combustión por los vehículos, uso de materiales, etc.	Alteración de la calidad del aire.	Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que mantenga el buen estado de funcionamiento de los camiones que transportan los materiales de construcción, y en general los motores con especial énfasis en la correcta calibración de las bombas de inyección de combustible, si son vehículos a diésel.	No. de mantenimientos realizados / No. de mantenimientos requeridos.	Plan de mantenimiento. Informes de supervisiones realizadas.	Mes 2
Derrames durante el almacenamiento de químicos, combustibles aceites o durante la realización de mantenimientos.	Contaminación del suelo y agua.	Para el mantenimiento adecuado de la maquinaria y equipos durante la fase constructiva, la Empresa Constructora establecerá los talleres de mecánica autorizados necesarios, es decir que no se podrá realizar estas actividades en los frentes de trabajo.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas.	Mes 2
Emisión de altos niveles de presión sonora por la operación de maquinaria.	Alteración de la calidad del aire, molestia en los moradores del sector.	Exigir la utilización de silenciadores en los escapes de los vehículos, maquinaria y equipo.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas.	Continuo
Emisiones de polvo y gases de combustión por los vehículos, uso de materiales, etc.	Alteración de la calidad del aire.	Mantenimiento correctivo: en caso de detectarse fallas, golpes o roturas, se deberá gestionar con la empresa contratista, su reparación de inmediato.	% de cumplimiento.	Registros de mantenimiento correctivo. Informes de supervisiones realizadas.	Continuo

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE MANEJO DE POLVO Y TRANSPORTE DE MATERIALES					
OBJETIVOS: Diseñar las medidas de manejo y control ambiental para la disminución de la presencia de polvo y control de emisiones de fuentes móviles. LUGAR DE APLICACIÓN: En todos los frentes de trabajo, y sitios de uso de maquinaria y equipo. RESPONSABLE: Los responsables directos del cumplimiento de este plan son la contratista, y fiscalización.					PPM-03
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Emisión de polvo por transporte de materiales.	Alteración de la calidad del aire, molestia en los moradores del sector.	Deberán proveerse de los mecanismos apropiados como carpas o cubiertas de material resistente para garantizar el transporte seguro de materiales e impedir que se disperse en la vía, así como también los vehículos deberán circular a velocidades no mayores de 20-30 Km/h en el área de carga y descarga y a 45 km en la vía dentro del área de influencia del proyecto.	% de cumplimiento.	Fotografías de las medidas tomadas, (volquetas con carpa), informes de supervisiones realizadas.	Continuo
Emisión de polvo por transporte de materiales.	Alteración de la calidad del aire, molestia en los moradores del sector.	Todo vehículo para transporte de materiales, debe contar con balde adecuado y en buen estado, que no permita que el material se disgregue sobre las vías.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas.	Continuo
Emisión de polvo por transporte de materiales.	Alteración de la calidad del aire, molestia en los moradores del sector.	Controlar la generación de polvo (material articulado), mediante el humedecimiento con agua, en los sitios donde se pudiera generar polvo por acción del viento.	% de cumplimiento.	Fotografías de las medidas tomadas, informes de supervisiones realizadas.	Continuo
Emisión de polvo por transporte de materiales.	Alteración de la calidad del aire, molestia en los moradores del sector.	Se prohibirá la quema a cielo abierto para eliminación de desperdicios y desechos, llantas, cauchos, plásticos, arbustos, malezas o de otros residuos.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas.	Continuo

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUELO					
OBJETIVOS: Cumplir con la legislación vigente a nivel nacional específicamente con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), Libro VI. De la Calidad Ambiental. Prevenir y minimizar los posibles impactos ambientales generados por las actividades del proyecto en el cuerpo hídrico y áreas circundantes. Plantear medidas preventivas, de mitigación, control y correctivas para las acciones que impliquen un impacto no deseado derivado de las actividades realizadas por el proyecto. LUGAR DE APLICACIÓN: En todos los frentes de trabajo. RESPONSABLE: La contratista, y fiscalización del proyecto.					PPM-04
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Posibles derrames por utilización de hidrocarburos.	Contaminación del agua y suelo.	Considerar un transporte seguro y adecuado de los combustibles mediante contenedores que no tengan fugas, y su almacenamiento sobre superficies herméticas, y alejado a una distancia mínima de 100 metros de los cuerpos de agua o alcantarillas.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas, registros fotográficos.	Continuo
Posibles derrames utilización de hormigón y combustible.	Contaminación del agua y suelo.	Utilizar toldos en las volquetas de transporte para evitar derrames en suelos laterales o a la corriente de agua, en caso de existir un derrame este debe ser limpiado inmediatamente.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas, registros fotográficos.	Continuo
Generación de desechos líquidos.	Contaminación del agua.	Queda estrictamente prohibido arrojar de manera indiscriminada el hormigón al agua como al suelo en caso de que se enfríe, o endurezca antes o después de llegar al sitio de descarga.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas.	Continuo
Incremento de la concentración de sólidos en los cuerpos de agua, producto del movimiento de tierras.	Alteración de la calidad del agua.	Cuando se realicen actividades de abastecimiento de materiales, se procederá a elegir zonas lo más alejadas al cuerpo hídrico, estas zonas deberán ser protegidas contra el agua y el viento con el fin prevenir la escorrentía y el polvo.	% de cumplimiento.	Informes de supervisiones realizadas, registros fotográficos.	Continuo
Obtención de agua para humedecimiento.	Contaminación del agua.	Se captarán las aguas para humedecimiento de áreas del cuerpo hídrico más cercano, tomando las todas las precauciones y previniendo la ocurrencia de contaminación de estos.	% de cumplimiento.	Fotografías, supervisiones	Fase de construcción

8.9.2 Plan De Manejo De Desechos

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS					
OBJETIVOS: Controlar la generación y disposición final de los desechos biodegradables generados en la construcción de la vía. LUGAR DE APLICACIÓN: Sitio seleccionado para disponer los desechos sólidos biodegradables. RESPONSABLE: Los responsables directos del cumplimiento de este plan son la contratista, y fiscalizadores.					PMD-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Generación de desechos sólidos.	Potencial contaminación del suelo por desechos comunes.	Los desechos deberán ser tratados de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> Desechos sólidos orgánicos, plásticos, cartones, que se produzcan deberán ser almacenados en fundas plásticas en cada frente de trabajo y depositadas en el área de almacenamiento temporal para posteriormente ser enviadas al relleno Municipal. Los desechos provenientes de la construcción (escombros) deberán ser recolectados y llevados a una escombrera autorizada por el Municipio más cercano, estos no podrán ser abandonados cerca del proyecto. 	% de cumplimiento.	Informe fotográfico de inspección a áreas de trabajo, supervisiones.	Continuo
Generación de desechos sólidos.	Potencial contaminación del suelo por desechos.	Los desechos serán separados en dos tipos comunes y peligrosos, para lo cual se establecerán áreas de almacenamiento temporal de desechos.	% de cumplimiento.	Supervisiones, fotografías.	Continuo
Generación de desechos sólidos.	Potencial contaminación del suelo por desechos.	Realizar la entrega de los desechos peligrosos y/o especiales para su adecuado manejo, únicamente a personas naturales y jurídicas que cuenten con la regularización ambiental correspondiente emitida por el Ministerio del Ambiente o por la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (A.M. 061, Art. 181, literal g).	% cumplimiento actividades.	Supervisiones, registro de entrega de desechos a gestores.	Continuo

8.9.3 Plan De Comunicación, Capacitación Y Educación Ambiental

PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN A TÉCNICOS, TRABAJADORES Y COMUNIDAD					
OBJETIVOS: Capacitar a todo el personal en temas de medio ambiente y seguridad Industrial, para fomentar el cuidado del ambiente en las actividades desempeñadas en el Proyecto. Crear una actitud responsable y de respeto al medio ambiente, salud y seguridad industrial por parte del personal del proyecto. LUGAR DE APLICACIÓN: Todos los frentes de trabajo. RESPONSABLE: La contratista y fiscalización.					PCC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Socio Ambiental	Potencial incumplimiento de las actividades ambientales.	Charla del Plan de Manejo Ambiental y Concienciación Ambiental.	No. cap. realizadas / No. de cap. planificadas.	Registro de capacitación /fotografías.	Mes 1
Socio Ambiental	Potencial uso inadecuado del EPP.	Charla de Seguridad y Salud (uso EPP, manejo de químicos, etc.)	No. cap. realizadas / No. de cap. planificadas.	Registro de capacitación /fotografías.	Mes 1
Socio Ambiental	Potencial exposición a riesgos del trabajo.	Charla acerca del Manejo de Desechos.	No. cap. realizadas / No. de cap. planificadas.	Registro de capacitación /fotografías.	Mes 1

8.9.4 Plan De Relaciones Comunitarias

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS					
<p>OBJETIVOS: Mantener buenas relaciones con la comunidad cercana al proyecto que permitan desarrollar de mejor manera las actividades del mismo, a través de mecanismo de participación y comunicación con la población aledaña. Mantener vías de comunicación abiertas con los pobladores, de tal manera que se pueda receptor quejas, reclamos, denuncias, recomendaciones de mejora con la comunidad.</p> <p>L LUGAR DE APLICACIÓN: Todos los frentes de trabajo.</p> <p>RESPONSABLE: La contratista y fiscalización.</p>					PRC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Socio Ambiental	Potenciales molestias a la comunidad.	Se debe tener un trato respetuoso con las comunidades, el lenguaje a emplear, el saludo y la cortesía deben ser una de las políticas primordiales entre los trabajadores de la Contratista y la comunidad.	% cumplimiento de actividades.	Reportes de quejas de la comunidad, recepción y registro de quejas, consultas a la comunidad.	Continuo
Socio Ambiental	Potenciales molestias a la comunidad.	Se prohíbe la ingestión de bebidas alcohólicas en los frentes de trabajo y alrededores del proyecto.	% cumplimiento de actividades.	Recepción y registro de quejas, consultas a la comunidad.	Continuo
Socio Ambiental	Potenciales molestias a la comunidad.	La gerencia y supervisores receptorán todo tipo de sugerencia o queja ciudadana ya sea escrita o verbal y escribirán un reporte bajo el formato propuesto, informarán a la fiscalización del GADPE sobre la opinión de la ciudadanía y responderán diligentemente a la misma. Las denuncias de serán respondidas y se les dará su respectivo seguimiento en caso de existir.	% cumplimiento de actividades.	Recepción y registro de quejas, consultas a la comunidad.	Continuo

8.9.5 Plan De Contingencias

PLAN DE CONTINGENCIAS - PROGRAMA DE MANEJO DE CONTINGENCIAS					
<p>OBJETIVOS: Prevenir, controlar y remediar eventos fortuitos que puede generar impactos negativos sobre el ambiente y la salud. Implementar procedimientos para obtener una respuesta rápida, eficiente y segura del personal del proyecto ante cualquier tipo de emergencia o contingencia. Establecer un sistema de respuesta efectivo y oportuno, para afrontar, controlar y mitigar situaciones de emergencias dentro del proyecto.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Todos los frentes de trabajo.</p> <p>RESPONSABLE: La contratista y fiscalización.</p>					PDC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico.	Ocurrencia de accidentes laborales, emergencias.	Se dispondrá de la logística necesaria para atender contingencias ambientales y se activará la disponibilidad inmediata y prioritaria de recursos disponibles, como: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de transporte. • Sistemas de comunicación. • Equipos contra incendio. • Equipos para el control de Derrames, y materiales como paños absorbentes. • Herramientas menores. 	% de cumplimiento.	Registro fotográfico, informes de supervisiones realizadas	Continuo
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico.	Ocurrencia de accidentes laborales, emergencias.	Se deberá contar con los teléfonos de instituciones como: Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Clínica u Hospital más cercano, los mismos que deberán estar publicados en sitios estratégicos de la obra.	% de cumplimiento.	Registro fotográfico, informes de supervisiones realizadas.	Continuo
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico.	Ocurrencia de accidentes laborales, emergencias.	Se debe contar con extintores en las áreas de almacenamiento de materiales, frentes de trabajo, con un número no menor a 2 extintores de 25 libras de polvo químico en todo el proyecto.	No. de extintores colocados / No. de extintores requeridos.	Registro fotográfico, informes de supervisiones realizadas.	Continuo

PLAN DE CONTINGENCIAS PROGRAMA DE MANEJO DE MANEJO DE COMBUSTIBLES

OBJETIVOS: Prevenir, controlar y remediar eventos fortuitos que puede generar impactos negativos sobre el ambiente y la salud. Implementar procedimientos para obtener una respuesta rápida, eficiente y segura del personal del proyecto ante cualquier tipo de emergencia o contingencia. Establecer un sistema de respuesta efectivo y oportuno, para afrontar, controlar y mitigar situaciones de emergencias dentro del proyecto.

LUGAR DE APLICACIÓN: Todos los frentes de trabajo.

RESPONSABLE: La contratista y fiscalización.

PDC-03

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico.	Ocurrencia de accidentes laborales, emergencias.	<p>En caso de derrame: El material derramado se limpiará y recogerá de inmediato tratando de reducir al máximo la exposición de las personas y su descarga al ambiente. Si el producto es sólido, se recogerá con una pala, se colocará en un contenedor adecuado y se mantendrá seco. Si el derrame se produce durante la lluvia, el área de derrame se cubrirá a fin de minimizar la dilución y la escorrentía. Se plantean como procedimientos complementarios en caso de derrames los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar el equipo de protección obligatorio: gafas, delantal, mascarilla y guantes. • Aislar la zona del derrame para impedir una mayor expansión del evento y evitar el acceso a otras personas. Si fuere necesario, se deberán articular acciones de evacuación. • Si el derrame es líquido, absorber con material absorbente y recolectarlo. <p>Etiquetar las fundas para identificar su contenido y posteriormente enviar a un gestor tecnificado de residuos.</p>	No. de medidas aplicadas durante la emergencia / No. de medidas establecidas.	Registros de la evaluación de daños y necesidades en las que se determinarán las actividades realizadas durante el evento, daños producidos, recursos utilizados, etc.	En caso de ocurrencia de emergencias.
Calidad de suelo y agua.	Potencial contaminación de suelo y agua.	Cuando se realice la provisión de combustible, se procederá a colocar material aislante en el área donde se realice esta actividad	% cumplimiento de actividades.	Supervisiones, fotografías	Continuo

8.9.6 Plan De Monitoreo Y Seguimiento

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROGRAMA DE MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
<p>OBJETIVOS: Verificar el grado de avance en el cumplimiento de los objetivos ambientales trazados. Evaluar la efectividad de las medidas implementadas en el Plan de Manejo Ambiental. Verificar que las actividades previstas para el proyecto, se desarrollen dentro del marco ambiental establecido.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: En todos los frentes de trabajo, en las poblaciones de influencia de la construcción de la vía.</p> <p>RESPONSABLE: Los responsables directos del cumplimiento de este plan son la contratista, y fiscalización.</p>					PMS-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico.	Todos los impactos ambientales identificados.	La contratista entregará reportes mensuales por parte del supervisor donde se registren el proceso o comentarios relacionados con los objetivos del Plan de Manejo Ambiental, y observaciones de fiscalización.	Reportes técnicos del supervisor Realizados / Reportes técnicos del supervisor planificados.	Reportes técnicos.	Mensual
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico.	Todos los impactos ambientales identificados.	Al año de ser emitido el permiso ambiental se deberá presentar a la Autoridad Ambiental un Informe Ambiental de Cumplimiento (IAC), el mismo tendrá una periodicidad anual, según el AM 006, este contendrá la fecha de finalización de la actividad constructiva.	% cumplimiento de actividades.	Oficio de ingreso, informe ambiental de cumplimiento.	Anual
Desarrollo de las actividades constructivas del proyecto por parte de obreros y personal técnico.	Todos los impactos ambientales identificados.	Seguimiento y verificación al cumplimiento de las medidas estipuladas en el plan de manejo.	% cumplimiento de actividades.	Supervisiones, registros fotográficos	Continuo

8.9.7 Plan De Rehabilitación De Áreas Afectadas

PLAN DE REHABILITACIÓN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS					
OBJETIVOS: Establecer medidas para rehabilitar las áreas que pueden verse afectadas por una emergencia provocada por la operación del proyecto. LUGAR DE APLICACIÓN: Todos los frentes de trabajo. RESPONSABLE: La contratista y fiscalización.					PRC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Todos los aspectos ambientales identificados.	Todos los impactos ambientales identificados.	En el caso de existir algún daño ambiental, la contratista se compromete a dejar las áreas afectadas en condiciones iniciales, es decir retirar todo el material contaminado y realizar los análisis correspondientes.	No. de áreas remediadas / No. de áreas afectadas.	Informe de rehabilitación de áreas afectadas / factura de compras por reposición / daños.	En caso de emergencias.

8.9.8 Plan De Cierre, Abandono Y Entrega Del Área

PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA PROGRAMA DE ABANDONO Y CIERRE					
OBJETIVOS: Proporcionar alternativas ambientalmente viables y seguras para el abandono y entrega del área. LUGAR DE APLICACIÓN: Todos los frentes de trabajo RESPONSABLE: La contratista y fiscalización					PCA-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Todos los aspectos ambientales identificados.	Todos los impactos ambientales identificados.	Una vez concluida la fase constructiva, se debe asegurar de que el área esté totalmente limpia, sin desechos o residuos de material, respaldado con fotografías y registros de entrega de desechos, etc.	No. de actividades implementadas / No. actividades establecidas.	Auditoría Ambiental previo al Abandono / Fotografías del abandono adecuado.	Al término de la fase constructiva.
Todos los aspectos ambientales identificados.	Todos los impactos ambientales identificados.	El abandono de obra consistirá en el retiro de todos los componentes, equipos y herramientas utilizados para la construcción de la vía.	No. de actividades implementadas / No. actividades establecidas.	Auditoría Ambiental previo al Abandono / Fotografías del abandono adecuado.	Al término de la fase constructiva.
Todos los aspectos ambientales identificados.	Todos los impactos ambientales identificados.	Los desechos serán tratados de acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo de Desechos.	No. de actividades implementadas / No. actividades establecidas.	Auditoría Ambiental previo al Abandono / Fotografías del abandono adecuado.	Al término de la fase constructiva.

8.10 Cronograma De Operación Del Proyecto

Tabla 162 Cronograma De Operación Del Proyecto

ACTIVIDAD	MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Desbroce, limpieza y evacuación de escombros.																			
Cimentación y excavaciones.																			
Obtención de materiales (explotación de minas y canteras).																			
Configuración de los espesores																			
Construcción de muros de hormigón																			
Colocación de capa de rodadura.																			
Operación y mantenimiento.																			
Plan de cierre, abandono.																			

Fuente: Diego Sarabia, 2018

8.11 Matriz De Leopold

Es en una matriz que consta de acciones que pueden causar impactos al ambiente representadas por columnas y condiciones ambientales representadas por filas.

(AMILCA, 2004)

- Magnitud (M).- Valorado con un rango del 1 al 10, en donde 10 corresponderá a la alteración máxima provocado por la acción ambiental a realizarse (PELÁEZ, 2014, p. 6)

$$M = a \cdot i + b \cdot E + c \cdot D \quad \text{Ec. 52}$$

Dónde:

M = Magnitud del Impacto ambiental

a, b, c = Pesos de cada variable de evaluación vial

$$a = 0.40$$

$$b = 0.35$$

$$c = 0.25$$

i = Intensidad

E = Extensión

D = Duración

- Importancia (I).- Establecida por las características del impacto, es decir el peso relativo que el valor ambiental tiene dentro del proyecto (PELÁEZ, 2014, p. 6) y dada por la siguiente ecuación:

$$I = 3 \cdot i + 2 \cdot E + D + R + Ri \quad \text{Ec. 53}$$

Dónde:

R = Riesgo

En las siguientes tablas se indican los valores a asignarse para los parámetros que intervienen dentro de la magnitud e intensidad:

Tabla 163 Valores De Riesgo De Impacto

Variable	Símbolo	Carácter	V. Asignado
Intensidad	i	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
Extensión	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración	D	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
Reversibilidad	R	Irreversible	3
		Recuperable	2
		Reversible	1
Probabilidad	P	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1
Riesgo	Ri	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1

Fuente: Evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo, 2014

Además una vez evaluada las acciones ambientales a tomar en consideración durante la ejecución del proyecto, mediante la siguiente tabla se procede con la evaluación de su importancia y magnitud.

Tabla 164 Rangos De Comparación Para Niveles De Magnitud E Importancia

Importancia	Magnitud	Valoración Del Impacto
9 - 14	1.00 - 1.6	Bajo
15 - 22	1.7 - 2.30	Medio
23 - 27	2.4 - 3.00	Alto

Fuente: Evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo, 2014

Mediante la calificación de cada uno de los factores analizados en la tabla anteriores se obtuvo como resultado las siguientes matrices:

Tabla 165 Magnitud E Importancia De Las Acciones De Impacto Ambiental

Acciones Causantes De Posibles Impactos Ambientales	i	E	D	R	P	Ri.	M	I
Implementación Infraestructura	2	1	2	1	2	2	2	13
Manejo Mantenimiento Equipos y Maquinaria	2	1	2	1	2	2	2	13
Manejo Polvo y Transporte Materiales	2	1	2	1	2	2	2	13
Prevención la Contaminación del Agua y Suelo	2	1	2	1	2	2	2	13
Manejo desechos Sólidos y Líquidos	3	2	2	1	2	2	2	18
Capacitación y Educación a Técnicos, Trabajadores y Comunidad	2	1	2	1	2	2	2	13
Relaciones Comunitarias	2	1	2	1	2	2	2	13
Manejo Contingencias	2	1	2	1	2	2	2	13
Manejo Combustibles	2	1	2	1	2	2	2	13
Seguimiento	2	1	2	1	2	1	2	12
Monitoreo	2	1	2	1	2	2	2	13
Rehabilitación Áreas Afectadas	2	1	2	1	1	3	2	14
Abandono y Cierre	2	2	2	1	2	1	2	14

Fuente: Diego Sarabia, 2018

La Tabla 165 muestra que el impacto que se tendrá durante le ejecución del proyecto será entre bajo a medio. Y una vez establecido este análisis se procederá la elaboración de la siguiente matriz tomando en consideración los impactos ambientales a generarse en los medios físicos, bióticos y humanos:

Tabla 166 Matriz Leopold – Impactos Ambientales vía Boca del Sucio – Las Delicias – San Salvador

ACCIONES CAUSANTES DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES FACTORES AMBIENTALES		MITIGACIÓN DE IMPACTOS				DESECHOS SÓLIDOS	COMUNICACIÓN CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	RELACIONES COMUNITARIAS	CONTINGENCIAS		MONITOREO Y SEGUIMIENTO		REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS	CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA
		Programa De Implementación de Infraestructura	Programa de Manejo de Mantenimiento de Equipos y Maquinaria	Programa de Manejo de Polvo y Transporte de Materiales	Programa de Prevención de la Contaminación del Agua y Suelo	Programa de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos	Programa de Capacitación y Educación a Técnicos, Trabajadores y Comunidad	Programa de Relaciones Comunitarias	Programa de Manejo de Contingencias	Programa de Manejo de Combustibles	Programa de Seguimiento	Programa de Monitoreo	Programa de Rehabilitación de Áreas Afectadas	Programa de Abandono Cierre
MEDIO FÍSICO	SUELO	3 1	1 1	-2 2	-1 1	-2 1				-1 3			-2 2	1 1
	AIRE		-2 2	-1 1	-2 2	-1 1	-1 3	-1 1		-1 1		-1 1	-1 3	2 2
	AGUA		2 2	-1 1	-1 1	1 1		-1 1		-1 1	-1 3	-2 2	-2 2	3 1
	CLIMA		-1 1	1 1	2 2	3 2	-1 3	-2 2	-1 1					-2 1
MEDIO BIÓTICO	FAUNA	-1 1	-1 1	-2 1	-2 2	-2 2								-3 1
	FLORA		-2 2	-2 1	1 1	-2 2	-1 3	-2 2	4 2					-3 1
MEDIO HUMANO	USO DEL SUELO	-1 1	3 1	1 1		-3 1								-2 2
	DEMOGRAFÍA						-2 1	-2 2	-2 2	-2 2				3 1
	VIALIDAD			-2 2							-1 1	-1 1	-2 2	2 1
ACCIONES		1 3	4 10	-8 10	-4 9	-6 10	-5 10	-8 8	1 5	-5 7	-2 4	-6 4	-7 9	3 11

Fuente: Diego Sarabia, 2018

8.12 Cronograma Valorado Del Plan De Manejo Ambiental

Tabla 167 Cronograma Valorado – Presupuesto Plan De Manejo Ambiental

ACTIVIDAD	PLAZO (MESES)																		COSTO (USD)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos																			
Programa De Implementación de Infraestructura																			\$3,000.00
Programa de Manejo de Mantenimiento de Equipos y Maquinaria																			\$1,000.00
Programa de Manejo de Polvo y Transporte de Materiales																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
Programa de Prevención de la Contaminación del Agua y Suelo																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
2. Plan de Manejo de Desechos																			
Programa de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
3. Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental																			
Programa de Capacitación y Educación a Técnicos, Trabajadores y Comunidad																			\$3,000.00
4. Plan de Relaciones Comunitarias																			
Programa de Relaciones Comunitarias																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
5. Plan de Contingencias																			
Programa de Manejo de Contingencias																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
Programa de Manejo de Combustibles																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
6. Plan de Monitoreo y Seguimiento																			
Programa de Seguimiento																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
Programa de Monitoreo																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
7. Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas																			
Programa de Rehabilitación de Áreas Afectadas																			\$28,000.00
8. Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área																			
Programa de Abandono y Cierre																			\$ 0,00 (Dentro de costos indirectos al proyecto)
TOTAL: Treinta y cinco mil con 00/100 Dólares																			\$35,000.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

CAPITULO IX

9 EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA

La evaluación económica y financiera pretende determinar la viabilidad un proyecto mediante la comparación de los beneficios (costos de ingreso que permitirán establecer el potencial generador de riqueza del proyecto) vs los egresos (costos de mantenimiento y construcción, en el que estarán incluidos el presupuesto de obra y el presupuesto por mantenimiento de la vía durante su vida útil) (CASTRO, 2009).

9.1 Ingresos (Beneficios)

Para la determinación de los ingresos se cuantifica principalmente en forma de costos operativos de vehículos (COV) y, costos de tiempo de viaje (CTV) entre los principales; los cuales se describen a continuación:

9.1.1 Costos De Operación Vehicular

Para la determinación de este costo se deberá tomar en cuenta las características de la vía: tránsito vehicular al año (TPDA), velocidad de circulación y tiempo de viaje antes y después de la construcción de la vía en estudio y cuyos resultados se indican a continuación:

Tabla 168 Velocidad Ahorra Tiempo Del Proyecto

Parámetro	Antes Proyecto	Con El Proyecto
L. Proyecto (Km)	20	19.14
Velocidad Circulación (Km/H)	15	30
Tiempo (Min)	80	38.28
Ahorro Tiempo (Min)	41.72	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Mediante estos datos obtenidos se procede a determinar los costos de operación vehicular, los mismos que implican consumo de combustibles, lubricantes,

amortiguación, neumáticos, frenos; los mismos que serán analizados antes y después de la construcción de la vía. De esta manera tenemos:

- **Combustible.-** En la determinación de este costo se toma en consideración los precios actuales de los combustibles los mismos que son de \$ 1.48 gasolina extra, \$ 2.98 súper y \$ 1.037 para diesel. (EL TELEGRAFO, 2018).
Además debemos considerar que para un galón de combustible en vehículos livianos recorrerá 40 km y para pesados 25km.

Tabla 169 Consumo De Combustible Antes De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Galones Por Kilómetro	No De Viajes	Costo Anual	TPDA	Total Costo Combustible
	km					
Camión 2D	20	0.500	2	\$ 540.20	69	\$ 37273.80
Buseta 2DB	20	0.800	2	\$ 605.61	2	\$ 1211.22
Volqueta V2DB	20	0.800	2	\$ 605.61	1	\$ 605.61
Camión3A	20	0.800	2	\$ 605.61	7	\$ 4239.26
Camión2DA	20	0.800	2	\$ 605.61	2	\$ 1211.22
Total Uso Combustible Anual Antes De Construcción Proyecto (A)						\$ 44 541.10

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 170 Consumo De Combustible Después De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Galones Por Kilómetro	No De Viajes	Costo Anual	TPDA	Total Costo Combustible
	km					
Camión 2D	19.14	0.4785	2	\$ 516.97	69	\$ 35671.03
Buseta 2DB	19.14	0.7656	2	\$ 579.57	2	\$ 1159.13
Volqueta V2DB	19.14	0.7656	2	\$ 579.57	1	\$ 579.57
Camión3A	19.14	0.7656	2	\$ 579.57	7	\$ 4056.97
Camión2DA	19.14	0.7656	2	\$ 579.57	2	\$ 1159.13
Total Uso Combustible Anual Después De Construcción Proyecto (B)						\$ 42625.83

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Acorde a las tablas anteriores se obtiene que exista un ahorro de combustible de \$ 1915.27 dólares anuales (A-B).

- **Lubricantes.-** Para la estimación de este costo, se estimará que se realizara el cambio de aceite cada 5000 km y cuyo costo para vehículos livianos es del \$ 30.00 y de \$ 45.00 para pesados.

Tabla 171 Consumo De Lubricantes Antes De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetro s Recorridos Anuales	No Cambios De Aceite	Costo Cambio De Aceite	Costo Anual	TPDA	Total Cambio Aceite
	km						
Camión 2D	20	14600	4.87	\$30	\$ 146.00	69	\$ 10074.00
Buseta 2DB	20	14600	4.87	\$45	\$ 219.00	2	\$ 438.00
Volqueta V2DB	20	14600	4.87	\$45	\$ 219.00	1	\$ 219.00
Camión3A	20	14600	4.87	\$45	\$ 219.00	7	\$ 1533.00
Camión2DA	20	14600	4.87	\$45	\$ 219.00	2	\$ 438.00
Total Uso Lubricante Anual Antes De Construcción proyecto (A)							\$ 12 702.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 172 Consumo De Lubricantes Después De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetro s Recorridos Anuales	No Cambios De Aceite	Costo Cambio De Aceite	Costo Anual	TPDA	Total Cambio Aceite
	km	km					
Camión 2D	19.14	13972.2	4.66	\$30	\$ 139.72	69	\$ 9640.82
Buseta 2DB	19.14	13972.2	4.66	\$45	\$ 209.58	2	\$ 419.17
Volqueta V2DB	19.14	13972.2	4.66	\$45	\$ 209.58	1	\$ 209.58
Camión3A	19.14	13972.2	4.66	\$45	\$ 209.58	7	\$ 1467.08
Camión2DA	19.14	13972.2	4.66	\$45	\$ 209.58	2	\$ 419.17
Total Uso Lubricante Anual Después De Construcción Proyecto (B)							\$ 12 155.81

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Acorde a las tablas anteriores se obtiene que exista un ahorro de lubricantes de \$ 546.19 dólares anuales (A-B).

- **Llantas (Neumáticos).**- Este costo será determinado mediante la premisa en el que se realizara un cambio de neumáticos cada 30 000 km y cuyo valor para vehículos livianos será de \$ 200.00 el mismo que requerirá de 4 llantas, y de \$ 300.00 para vehículos pesados los mismos que requerirán de 6 llantas.

Tabla 173 Consumo De Llantas Antes De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetros Recorridos Anuales	No Cambios	Costo Cambio	# Llantas	TPDA	Total Cambio Llantas
	km	km					
Camión 2D	20	14600	0.49	\$200	4.00	69	\$ 26864.00
Buseta 2DB	20	14600	0.49	\$300	6.00	2	\$ 1752.00
Volqueta V2DB	20	14600	0.49	\$300	6.00	1	\$ 876.00
Camión3A	20	14600	0.49	\$300	6.00	7	\$ 6132.00
Camión2DA	20	14600	0.49	\$300	10.00	2	\$ 2920.00
Total Neumáticos Anual Antes De Construcción Proyecto (A)							\$ 38 544.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 174 Consumo De Llantas Después De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetros Recorridos Anuales	No Cambios	Costo Cambio	# Llantas	TPDA	Total Cambio Llantas
	km	km					
Camión 2D	19.14	13972.2	0.47	\$200	4.00	69	\$ 25708.85
Buseta 2DB	19.14	13972.2	0.47	\$300	6.00	2	\$ 1676.66
Volqueta V2DB	19.14	13972.2	0.47	\$300	6.00	1	\$ 838.33
Camión3A	19.14	13972.2	0.47	\$300	6.00	7	\$ 5868.32
Camión2DA	19.14	13972.2	0.47	\$300	10.00	2	\$ 2794.44
Total Neumáticos Anual Después De Construcción Proyecto (B)							\$ 36 886.61

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Acorde a las tablas anteriores se obtiene que exista un ahorro de consumo de neumáticos de \$ 1 657.61 dólares anuales (A-B).

- **Amortiguación.-** El estado actual del proyecto hace que en el sistema de amortiguación se realicen cambios 25 000 km y una vez ejecutado este, la vida de la amortiguación se estima aumente a cambios cada 40000 km y cuyo costo será aproximadamente de \$ 120.00 para livianos y de \$ 200.00 para pesados.

Tabla 175 Consumo De Amortiguadores Antes De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetros Recorridos Anuales	No Cambios	Costo Cambio	# Amortig.	TPDA	Total Cambio Amort.
	km	km					
Camión 2D	20	14600	0.58	\$120	4.00	69	\$ 19342.08
Buseta 2DB	20	14600	0.58	\$200	4.00	2	\$ 934.40
Volqueta V2DB	20	14600	0.58	\$200	4.00	1	\$ 467.20
Camión3A	20	14600	0.58	\$200	4.00	7	\$ 3270.40
Camión2D A	20	14600	0.58	\$200	6.00	2	\$ 1401.60
Total Uso Amortig. Anual Antes De Construcción Proyecto (A)							\$ 25 415.68

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 176 Consumo De Amortiguadores Después De La Construcción Del proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetros Recorridos Anuales	No Cambios	Costo Cambio	# Amortg.	TPDA	Total Cambio Llantas
	km	km					
Camión 2D	19.14	13972.2	0.35	\$120	4.00	69	\$ 11568.98
Buseta 2DB	19.14	13972.2	0.35	\$200	4.00	2	\$ 558.89
Volqueta V2DB	19.14	13972.2	0.35	\$200	4.00	1	\$ 279.44
Camión3A	19.14	13972.2	0.35	\$200	4.00	7	\$ 1956.11
Camión2DA	19.14	13972.2	0.35	\$200	6.00	2	\$ 838.33
Total Uso Amortig. Anual Después De Construcción Proyecto (B)							\$ 15 201.75

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Acorde a las tablas anteriores se obtiene que exista un ahorro de amortiguadores de \$ 10 213.93 dólares anuales (A-B).

- **Sistema de frenos.-** Se utiliza la premisa que se realicen cambios 30 000 promedio se encuentra entre los \$ 250.00 para livianos y de \$ 450.00 para pesados.

Tabla 177 Consumo De Sistema Frenos Antes De La Construcción Del proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetros Recorridos Anuales	No Cambios	Costo Cambio	# Sist. Frenos	TPDA	Total Cambio Llantas
	km	km					
Camión 2D	20	14600	0.49	\$ 250.00	1.00	69	\$ 8395.00
Buseta 2DB	20	14600	0.49	\$ 450.00	1.00	2	\$ 438.00
Volqueta V2DB	20	14600	0.49	\$ 450.00	1.00	1	\$ 219.00
Camión3A	20	14600	0.49	\$ 450.00	1.00	7	\$ 1533.00
Camión2DA	20	14600	0.49	\$ 450.00	1.00	2	\$ 438.00
Total Uso Freno Anual Antes De Construcción Proyecto (A)							\$ 11 023.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 178 Consumo De Sistema Frenos Después De La Construcción Del proyecto

Tipo Vehículo	L. Vía	Kilómetros Recorridos Anuales	No Cambios	Costo Cambio	# Sist. Frenos	TPDA	Total Cambio Llantas
	km	km					
Camión 2D	19.14	13972.2	0.47	\$ 250.00	1.00	69	\$ 8034.02
Buseta 2DB	19.14	13972.2	0.47	\$ 450.00	1.00	2	\$ 419.17
Volqueta V2DB	19.14	13972.2	0.47	\$ 450.00	1.00	1	\$ 209.58
Camión3A	19.14	13972.2	0.47	\$ 450.00	1.00	7	\$ 1467.08
Camión2DA	19.14	13972.2	0.47	\$ 450.00	1.00	2	\$ 419.17
Total Uso Freno Anual Después De Construcción Proyecto (B)							\$ 10 549.01

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Acorde a las tablas anteriores se obtiene que exista un ahorro de amortiguadores de \$ 473.99 dólares anuales (A-B).

9.1.2 Sistema De Producción

Las actividades económicas del sector acorde al GAD Parroquial de San Gregorio en su página oficial establece que la mayor parte de la producción que representa el 80.3%, proviene de la agricultura ganadería, y pesca, estimándose que debido al estado actual de la vía existe una pérdida del 30.00% en la comercialización del producto con un valor promedio de \$520.00 de producción por cada hectárea.

Tabla 179 Producción Antes De La Construcción Del Proyecto

Área Producción Agrícola Ganadera Y Pesca	Valor En Producción	Total Costo Producción
4707.77 ha.	\$ 520.00	\$ 2 448 040.40
Total Costo Producción Antes De Construcción Proyecto (A)		\$ 2 448 040.40

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 180 Producción Después De La Construcción Del Proyecto

Área Producción Agrícola Ganadera Y Pesca	Valor En Producción	Total Costo Producción
4707.77 ha.	\$ 676.00	\$ 3 182 452.52
Total Costo Producción Antes De Construcción Proyecto (B)		\$ 3 182 452.52

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Se obtiene que exista un crecimiento de producción valorado en \$ 734 412.12 dólares anuales (B-A).

9.1.3 Plusvalía Del Sector

El sector de ubicación del proyecto cuenta con un área de influencia indirecta de 4345.12 hectáreas, y con 362.60 hectáreas de influencia directa a la vía. Acorde al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Gregorio el costo de la tierra por m² se estima de aproximadamente en \$0.28 en las zonas de influencia directa y de \$0.20 para las zonas de influencia indirecta. Al momento de ejecutarse la construcción de la vía se establece que estos terrenos tendrán un incremento del 10% en valor, por lo que en áreas de influencia directa se estima podrá llegar a costar \$ 0.50 el m² y en zonas de influencia indirecta hasta de \$ 0.30 el m² de tierra.

Tabla 181 Plusvalía De La Tierra Antes De La Construcción Del Proyecto

Zona De Influencia	Área (Ha.)	Área (m2)	Costo	Total Costo Plusvalía
Directa	362.6	3626000	\$ 0.28	\$ 1 015 280.00
Indirecta	4345.17	43451700	\$ 0.20	\$ 8 690 340.00
Total Costo Tierra Antes De Construcción Proyecto (A)				\$ 9 705 620.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 182 Plusvalía De La Tierra Después De La Construcción Del Proyecto

Zona De Influencia	Área (Ha.)	Área (m2)	Costo	Total Costo Plusvalía
Directa	362.6	3626000	\$ 0.50	\$ 1 813 000.00
Indirecta	4345.17	43451700	\$ 0.30	\$ 13 035 510.00
Total Costo Tierra Después De Construcción Proyecto (B)				\$ 14 848 510.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Mediante lo analizado anteriormente se obtiene un beneficio de incremento por plusvalía de tierras de \$ 5 142 890.00 dólares (B-A).

9.1.4 Traslado De Productos Del Sector

Este valor es tomado en función a que los habitantes del sector llevan sus productos hacia las ferias principalmente hacia Muisne, cuyo valor del transporte debido al estado actual de la vía es de \$ 35.00 y se aspira a que una vez mejorada la vía este costo baje a \$30.00.

Tabla 183 Transporte De Productos Antes De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	Longitud Vía km	Flete Semana	Flete Año	Valor Transporte	Tpda	Costo Total Transporte
Camión 2D	\$ 20.00	1.00	48.00	\$ 35.00	69	\$ 115920.00
Camión 2DA	\$ 20.00	1.00	48.00	\$ 35.00	2	\$ 3360.00
Total Transporte Anual Antes De Construcción Proyecto (B)						\$ 119280.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 184 Transporte De Productos Después De La Construcción Del Proyecto

Tipo Vehículo	Longitud Vía km	Flete Semana	Flete Año	Valor Transporte	Tpda	Costo Total Transporte
Camión 2D	\$ 20.00	1.00	48.00	\$ 30.00	69	\$ 99360.00
Camión 2DA	\$ 20.00	1.00	48.00	\$ 30.00	2	\$ 2880.00
Total Transporte Anual Después De Construcción Proyecto (B)						\$ 102240.00

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Como se indica en anteriores tablas se obtiene que exista un ahorro en el transporte de productos de \$ 17 040.0 dólares anuales (A-B). Una vez determinado los costos por beneficios a generarse al ejecutarse el proyecto se presenta en la siguiente tabla un resumen de estos. `

Tabla 185 Beneficios Económicos A Obtenerse Después De Ejecutado El Proyecto

Costos Operación Vehicular	Antes Proyecto	Después Del Proyecto	Ahorro	Total Beneficios
Consumo Combustible	\$44 541.10	\$42 625.83	\$1 915.27	\$14 806.76
Consumo De Lubricantes	\$12 702.00	\$12 155.81	\$0 546.19	
Consumo De Neumáticos	\$38 544.00	\$36 886.61	\$1 657.39	
Consumo De Amortiguadores	\$25 415.68	\$15 201.75	\$10 213.93	
Consumo Frenos	\$11 023.00	\$10 549.01	\$0 473.99	
TOTAL:	\$132 225.78	\$117 419.02	\$14 806.76	
TRASLADO DE PRODUCTOS				
Traslado De Productos	\$119 280.00	\$102 240.00	\$17 040.00	\$17 040.00
TOTAL:	\$119 280.00	\$102 240.00	\$17 040.00	
PLUSVALÍA				
Plusvalía De La Tierra	\$9 705 620.00	\$14 848 510.00	\$5 142 890.00	\$5 142 890.00
TOTAL:	\$9 705 620.00	\$14 848 510.00	\$5 142 890.00	
PRODUCCIÓN				
Producción	\$2 448 040.40	\$3 182 452.52	\$734 412.12	\$734 412.12
TOTAL:	\$2 448 040.40	\$3 182 452.52	\$734 412.12	
			TOTAL:	\$ 5 909 148.88

Fuente: Diego Sarabia, 2018

A continuación se presenta las proyecciones de los beneficios a obtenerse a lo largo de los 20 años en función del incremento obtenido en TPDA; y además considerando que la plusvalía calculada se la considerará por una sola vez durante la proyección.

Tabla 186 Proyección De Beneficios Totales Durante 20 Años

Años	Operación Vehicular	Transporte Producto	Producción	Plusvalía	Total Beneficios
2018	\$ 14 806.76	\$ 17 040.00	\$ 734 412.12	\$ 5 142 890.00	\$ 5 909 148.88
2019	\$ 15 014.60	\$ 17 655.55	\$ 734 412.12		\$ 767 082.28
2020	\$ 15 509.18	\$ 18 293.47	\$ 734 412.12		\$ 768 214.77
2021	\$ 16 020.77	\$ 18 954.58	\$ 734 412.12		\$ 769 387.47
2022	\$ 16 549.97	\$ 19 639.72	\$ 734 412.12		\$ 770 601.80
2023	\$ 17 097.41	\$ 20 349.76	\$ 734 412.12		\$ 771 859.29
2024	\$ 17 245.23	\$ 20 526.97	\$ 734 412.12		\$ 772 184.32
2025	\$ 17 745.35	\$ 21 174.26	\$ 734 412.12		\$ 773 331.73
2026	\$ 18 260.53	\$ 21 842.06	\$ 734 412.12		\$ 774 514.71
2027	\$ 18 791.23	\$ 22 531.03	\$ 734 412.12		\$ 775 734.38
2028	\$ 19 337.94	\$ 23 241.83	\$ 734 412.12		\$ 776 991.89
2029	\$ 19 235.65	\$ 23 034.24	\$ 734 412.12		\$ 776 682.01
2030	\$ 19 740.62	\$ 23 674.63	\$ 734 412.12		\$ 777 827.37
2031	\$ 20 252.90	\$ 24 332.91	\$ 734 412.12		\$ 778 997.93
2032	\$ 20 778.84	\$ 25 009.58	\$ 734 412.12		\$ 780 200.54
2033	\$ 21 318.82	\$ 25 705.14	\$ 734 412.12		\$ 781 436.08
2034	\$ 21 873.21	\$ 26 420.14	\$ 734 412.12		\$ 782 705.47
2035	\$ 22 442.41	\$ 27 155.11	\$ 734 412.12		\$ 784 009.63
2036	\$ 23 026.81	\$ 27 910.61	\$ 734 412.12		\$ 785 349.54
2037	\$ 23 626.83	\$ 28 687.22	\$ 734 412.12		\$ 786 726.17
2038	\$ 24 242.91	\$ 29 485.53	\$ 734 412.12		\$ 788 140.55

Fuente: Diego Sarabia, 2018

9.2 Egresos (Costos Económicos Del Proyecto)

9.2.1 Mantenimiento Vial

Tiene como finalidad brindar los criterios apropiados que se deben aplicar para la gestión del conjunto de actividades técnicas de naturaleza rutinaria y periódica, que se ejecuten en las vías para que éstas se conserven en niveles de servicio adecuados, incluyendo los puentes, túneles y demás elementos que forman parte de la vía. (MANUAL DE CARRETERAS CONSERVACIÓN VIAL, 2013).

Este análisis para pavimentos flexibles se considera que se debe realizarse por cada año una vez ejecutado el proyecto y durante los diez primeros años de tiempo de vida

útil de la vía. Así tenemos: **ANEXO N°19: Análisis de Precios Unitarios – Costos de Mantenimiento Vial**

Tabla 187 Costo De Mantenimiento Vial Al Año De Operación

No	Descripción	U.	Cantidad	P. Unitario	No Veces	Total
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	7 656.00	5.44	1	\$41 615.15
2	Limpieza de alcantarillas	m3	237.65	18.12	1	\$4 305.83
TOTAL :						\$45 920.98

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 188 Costo De Mantenimiento Vial En El 2do Año De Operación

No	Descripción	U.	Cantidad	P. Unitario	No Veces	Total
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	7 656.00	5.44	1	\$41 615.15
2	Limpieza de alcantarillas	m3	237.65	18.12	1	\$4 305.83
3	Capa de sello de mortero asfáltico	m2	145 466.92	0.80	1	\$116 373.54
TOTAL :						\$162 294.51

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 189 Costo De Mantenimiento Vial Al 6to Año De Operación

No	Descripción	U.	Cantidad	P. Unitario	No Veces	Total
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	7 656.00	5.44	1	\$41 615.15
2	Limpieza de alcantarillas	m3	237.65	18.12	1	\$4 305.83
3	Capa de sello de mortero asfáltico	m2	145 466.92	0.80	1	\$116 373.54
4	Limpieza de derrumbes	m3	2 500.00	5.29	1	\$13 220.31
5	Bacheo asfáltico	m3	287.10	208.73	1	\$59 925.84
TOTAL :						\$235 440.67

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Tabla 190 Costo De Mantenimiento Vial 10mo Año De Operación

No	Descripción	U.	Cantidad	P. Unitario	No Veces	Total
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	7 656.00	5.44	1	\$41 615.15
2	Limpieza de alcantarillas	m3	237.65	18.12	1	\$4 305.83
3	Limpieza de derrumbes	m3	2 500.00	5.29	1	\$13 220.31
4	Fresado de pavimento asfáltico	m3	9 455.35	10.5	1	\$99 281.17
5	Carpeta asfáltica 3"	m2	145 466.92	7.30	1	\$1 061 908.52
TOTAL :						\$1 220 330.98

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Los valores de mantenimiento vial se vuelven a repetir durante todo el periodo de diseño, de esta manera tenemos:

Tabla 191 Costos De Mantenimiento Vial Durante Periodo De 10 años

Costos De Mantenimiento Vial	
Mantenimiento Vial Año Uno	\$45 920.98
Mantenimiento Vial Año Dos	\$162 294.51
Mantenimiento Vial Año Tres - Cinco	\$45 920.98
Mantenimiento Vial Año Seis	\$235 440.67
Mantenimiento Vial Año Siete - Nueve	\$45 920.98
Mantenimiento Vial Año Diez	\$1 220 330.98

Fuente: Diego Sarabia, 2018

9.2.2 Costos De Construcción De La Vía

Los costos financieros de construcción determinados a través del análisis de precios unitarios, constituyen la base para la estimación del presupuesto de inversiones.

ANEXO N°20: Análisis de Precios Unitarios – Presupuesto de construcción vial.

El resumen general del presupuesto de construcción del proyecto es el siguiente:

Tabla 192 Resumen Presupuesto De Construcción Vial

No	Descripción	Total
1	Obras Preliminares	\$ 11 996.26
2	Movimiento De Tierras	\$ 660 475.20
3	Calzada	\$ 5 526 882.71
4	Muros De Contención	\$ 66 983.75
5	Drenaje	\$ 1 586 629.50
6	Señalización	\$ 230 760.97
7	Comunicación Y Señalización Ambiental	\$ 4 045.68
8	Remediación Ambiental	\$ 74 792.78
9	Control De Contaminación Ambiental	\$ 2 719.57
No	Descripción	Total
10	Indemnizaciones	\$ 35 000.00
TOTAL		\$ 8 200 286.44

Fuente: Diego Sarabia, 2018

9.3 Evaluación Económica Y/O Financiera (Indicadores Financieros)

Esta evaluación se los realiza mediante los indicadores de rentabilidad social, los cuales son:

- Valor Actual Neto (VAN), o flujo neto de caja indicará en números positivos que la inversión que se realizará es favorable, es decir se

obtendrá el beneficio al proceder con la construcción del proyecto.
(MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, 2013, p. 111)

- Tasa Interna de Retorno (TIR). siendo esta la tasa de rendimiento de la inversión a realizarse la misma que debe ser superior a la tasa de oportunidad social del capital (MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, 2013) y usualmente se utiliza un 12 por ciento.

9.3.1 Valor Actual Neto (Van)

Para conocer si el proyecto se acepta o se rechaza nos basaremos en el siguiente cuadro de alternativas de adopción de valor del VAN:

Tabla 193 Alternativas De Criterio Del Van

Criterios Del VAN	
Resultado Van	Decisión
Positivo Van > 0	Se Acepta
Cero Van = 0	Acorde Al Criterio
Negativo Van < 0	Se Rechaza

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Por lo que el V.A.N se define como la diferencia entre los flujos Netos Efectivos y la inversión de construcción y mantenimiento vial

$$V.A.N. = \sum FNE - Inversión$$

Para determinar el valor del V.A. se emplea la siguiente fórmula:

$$V.A.N. = \sum \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0 \quad \text{Ec. 54}$$

Dónde:

Vt = Representa los flujos de caja en cada periodo t.

I₀ = Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n = Es el número de periodos considerado.

k = Es el de interés (tasa mínima de aceptación TMAR)

FNE = Flujo Netos efectivos

El valor k o tasa de interés que se espera alcanzar se la obtuvo de la siguiente manera:

$$k = \text{Tasa pasiva} + \text{EMBI (riesgo País)}$$

En donde la tasa pasiva como el e fue obtenida en la página del Banco Central del Ecuador y cuyo valor para el año y mes de evaluación (Diciembre) es de 4.99% Y 7.40% respectivamente.

$$\text{TMAR} (k) = 4.99\% + 7.40\% = 12.40\%$$

Mediante la Tabla 192 apreciamos que el V.A.N del proyecto es de \$ 946 693.32, por lo que podemos decir que el proyecto es rentable económicamente, puesto que los flujos efectivos (ingresos) proyectados a los 20 años logran cubrir el valor de la inversión.

Tabla 194 Cálculo Del Valor Actual Neto (V.A.N)

Años (T)	Ingresos	Egresos	Flujo Neto (Vt)	Factor	$\left(\frac{1}{1+k}\right)^t$	VAN Acumulado
	A	B	A-B	$(1+k)^{-t}$		
0	Inversión	-8200286.44	-8200286.44	1.00	-8200286.44	-\$ 8 200 286.44
1	\$ 5 909 148.88	-45920.98	5863227.91	1.12	5216394.93	-\$ 2 983 891.51
2	\$ 767 082.28	-161632.64	605449.64	1.26	479231.55	-\$ 2 504 659.96
3	\$ 768 214.77	-45920.98	722293.80	1.42	508645.20	-\$ 1 996 014.76
4	\$ 769 387.47	-45920.98	723466.49	1.60	453266.03	-\$ 1 542 748.72
5	\$ 770 601.80	-45920.98	724680.83	1.79	403938.47	-\$ 1 138 810.25
6	\$ 771 859.29	-234778.79	537080.49	2.02	266343.14	-\$ 872 467.12
7	\$ 772 184.32	-45920.98	726263.34	2.27	320427.62	-\$ 552 039.50
8	\$ 773 331.73	-45920.98	727410.75	2.55	285528.34	-\$ 266 511.15
9	\$ 774 514.71	-45920.98	728593.73	2.86	254441.90	-\$ 12 069.25
10	\$ 775 734.38	-1220472.10	-444737.72	3.22	-138178.62	-\$ 150 247.87
11	\$ 776 991.89	-45920.98	731070.91	3.62	202083.14	\$ 51 835.27
12	\$ 776 682.01	-161632.64	615049.37	4.07	151256.57	\$ 203 091.84
13	\$ 777 827.37	-45920.98	731906.39	4.57	160137.67	\$ 363 229.50
14	\$ 778 997.93	-45920.98	733076.96	5.14	142699.09	\$ 505 928.59
15	\$ 780 200.54	-45920.98	734279.57	5.77	127164.76	\$ 633 093.35
16	\$ 781 436.08	-234778.79	546657.29	6.49	84227.55	\$ 717 320.90
17	\$ 782 705.47	-45920.98	736784.49	7.30	100998.10	\$ 818 319.00
18	\$ 784 009.63	-45920.98	738088.66	8.20	90015.01	\$ 908 334.01
19	\$ 785 349.54	-45920.98	739428.56	9.22	80229.91	\$ 988 563.92
20	\$ 786 726.17	-1220472.10	-433745.92	10.36	-41870.60	\$ 946 693.32
VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) = \$ 946 693.32						

Fuente: Diego Sarabia, 2018

9.3.2 Tasa Interna De Retorno (TIR)

Para determinar la tasa de interés real se emplea la siguiente fórmula:

$$V.A.N. = 0 = \sum \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_0$$

EC. 55

Acorde al valor a obtenerse y mediante la siguiente tabla se establecen los criterios de decisión del TIR:

Tabla 195 Alternativas De Criterio Del TIR

Criterios Del TIR	
Resultado Van	Decisión
Tir > Tmar	Se Acepta
Tir = Tmar	Acorde Al Criterio
Tir < Tmar	Se Rechaza

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Con los criterios antes obtenidos se procede con el cálculo del T.I.R y cuyo valor fue del 16.04%, y los cálculos se indican en la siguiente tabla:

Tabla 196 Cálculo De La Tasa Interna De Retorno (T.I.R)

Años (T)	Ingresos	Egresos	Flujo Neto	Factor	$\frac{V_t}{(1+TIR)^t}$	VAN Acumulado
	A	B	A-B	$(1+TIR)^t$		
0	0	-8200286.44	-8200286.44	1.00	-8200286.44	-\$ 8 200 286.44
1	\$ 5 909 148.88	-45920.98	5863227.91	1.16	5052926.84	-\$ 3 147 359.61
2	\$ 767 082.28	-161632.64	605449.64	1.35	449666.46	-\$ 2 697 693.15
3	\$ 768 214.77	-45920.98	722293.80	1.56	462309.26	-\$ 2 235 383.89
4	\$ 769 387.47	-45920.98	723466.49	1.81	399064.74	-\$ 1 836 319.15
5	\$ 770 601.80	-45920.98	724680.83	2.10	344491.05	-\$ 1 491 828.10
6	\$ 771 859.29	-234778.79	537080.49	2.44	220027.41	-\$ 1 271 800.69
7	\$ 772 184.32	-45920.98	726263.34	2.83	256411.66	-\$ 1 015 389.03
8	\$ 773 331.73	-45920.98	727410.75	3.29	221324.55	-\$ 794 064.48
9	\$ 774 514.71	-45920.98	728593.73	3.81	191047.58	-\$ 603 016.90
10	\$ 775 734.38	-1220472.10	-444737.72	4.43	-100500.06	-\$ 703 516.96
11	\$ 776 991.89	-45920.98	731070.91	5.13	142373.15	-\$ 561 143.82
12	\$ 776 682.01	-161632.64	615049.37	5.96	103224.98	-\$ 457 918.84
13	\$ 777 827.37	-45920.98	731906.39	6.91	105861.15	-\$ 352 057.69
14	\$ 778 997.93	-45920.98	733076.96	8.02	91376.99	-\$ 260 680.70
15	\$ 780 200.54	-45920.98	734279.57	9.31	78877.83	-\$ 181 802.87
16	\$ 781 436.08	-234778.79	546657.29	10.80	50607.50	-\$ 131 195.37
17	\$ 782 705.47	-45920.98	736784.49	12.53	58782.28	-\$ 72 413.09
18	\$ 784 009.63	-45920.98	738088.66	14.54	50748.21	-\$ 21 664.87
19	\$ 785 349.54	-45920.98	739428.56	16.88	43814.18	\$ 22 149.30
20	\$ 786 726.17	-1220472.10	-433745.92	19.58	-22149.30	\$ 0 000.00
VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) = 00.000						

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Debido a que el TIR es mayor al TMAR se acepta el proyecto como una inversión a realizarse

$$TIR > TMAR$$

$$16.04\% > 12.40\% \text{ Proyecto Aceptable}$$

9.3.3 Análisis Del Beneficio-Costo B/C

Este análisis es realizado mediante la comparación de los costos vs los beneficios del proyecto con la finalidad de establecer la rentabilidad. (CASTRO, 2009).

De esta manera se establecen los siguientes criterios de decisión:

Tabla 197 Alternativas De Criterio Beneficio / Costo

Criterios Beneficio/Costo		
RESULTADO B/C	Decisión	Observación
B/C > 1	Se Acepta	Financieramente Favorable
B/C = 1	Acorde Al Criterio	Financieramente Dudoso
B/C < 1	Se Rechaza	Financieramente Rechazado

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Esta relación se la determina mediante la siguiente fórmula:

$$RBC = \frac{VAN \text{ INGRESOS}}{VAN \text{ COSTOS/GASTOS BRUTOS}} \quad \text{EC. 56}$$

Dónde:

VAN Ingresos Brutos: Valor actual neto de los ingresos /Beneficios

VAN Costos/gastos brutos: Valor actual neto de los costos/gastos

En base a lo establecido anteriormente se procede a realizar el análisis BENEFICIO/COSTO para este proyecto

Tabla 198 Cálculo Del Beneficio Costo (B/C)

Años	Ingresos	Egresos	Factor	VA Ingresos	VA Egresos
	A	B	$(1+K)^t$		
0	0	-8200286.44	1.00		-\$ 8 200 286.44
1	5 909 148.88	-45920.98	1.12	\$ 5 257 249.89	-\$ 40 854.96
2	767 082.28	-161632.64	1.26	\$ 607 168.63	-\$ 127 937.08
3	768 214.77	-45920.98	1.42	\$ 540 983.13	-\$ 32 337.93
4	769 387.47	-45920.98	1.60	\$ 482 036.43	-\$ 28 770.40
5	770 601.80	-45920.98	1.79	\$ 429 534.91	-\$ 25 596.44
6	771 859.29	-234778.79	2.02	\$ 382 772.09	-\$ 116 428.96
7	772 184.32	-45920.98	2.27	\$ 340 687.97	-\$ 20 260.35
8	773 331.73	-45920.98	2.55	\$ 303 553.56	-\$ 18 025.22
9	774 514.71	-45920.98	2.86	\$ 270 478.57	-\$ 16 036.67
10	775 734.38	-1220472.10	3.22	\$ 241 018.25	-\$ 379 196.87
11	776 991.89	-45920.98	3.62	\$ 214 776.65	-\$ 12 693.51
12	776 682.01	-161632.64	4.07	\$ 191 006.22	-\$ 39 749.65
13	777 827.37	-45920.98	4.57	\$ 170 184.96	-\$ 10 047.29
14	778 997.93	-45920.98	5.14	\$ 151 637.97	-\$ 8 938.87
15	780 200.54	-45920.98	5.77	\$ 135 117.49	-\$ 7 952.73
16	781 436.08	-234778.79	6.49	\$ 120 401.66	-\$ 36 174.11
17	782 705.47	-45920.98	7.30	\$ 107 292.92	-\$ 6 294.83
Años	Ingresos	Egresos	Factor	VA Ingresos	VA Egresos
	A	B	$(1+K)^t$		
18	784 009.63	-45920.98	8.20	\$ 95 615.39	-\$ 5 600.38
19	785 349.54	-45920.98	9.22	\$ 85 212.46	-\$ 4 982.54
20	786 726.17	-1220472.10	10.36	\$ 75 944.68	-\$ 117 815.28
VALOR ACTUAL NETO				B= \$ 10 202 673.84	C= -\$ 9 255 980.5
BENEFICIO/COSTO (B/C)				B/C = 1.10	

Fuente: Diego Sarabia, 2018

Al obtenerse una relación del beneficio para el costo $(B/C) > 1$ se llega a determinar que el proyecto es financieramente rentable.

CAPITULO X

10 PRESUPUESTO

Se lo define como la cuantificación total económica de los costos directos e indirectos de todos los rubros que intervienen para la ejecución del proyecto

Para establecer el presupuesto general del proyecto se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Describir los diferentes conceptos que intervengan en la ejecución del proyecto
- Con los análisis realizados para cada una de los conceptos que implicaran la futura ejecución proyecto, determinar las cantidades a utilizarse con su respectiva unidad de aplicación.
- Se obtendrá el valor total por cada rubro establecido dentro del presupuesto.

A continuación se presenta el presupuesto para el proyecto de diseño definitivo del Camino Vecinal: Boca del Sucio - Las Delicias - San Salvador:

Para la elaboración del presupuesto se utilizó el programa PROEXCEL 2018.

Tabla 199 Presupuesto Vía Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador

APU	CÓDIGO RUBRO	DESCRIPCIÓN	U.	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
OBRAS PRELIMINARES						\$ 11996.15
1	302-1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	15.65	310.93	4866.09
2	706-1	Remoción y reubicación de postes	u	19.00	305.43	5803.24
3	301-2.06	Remoción de pozos de revisión	u	7.00	189.55	1326.82
MOVIMIENTO DE TIERRAS						\$ 653092.10
4	303 - 2.01.2.4	Excavación en suelo	m3	123054.98	2.69	331167.53
5	309 - 2 (2)	Transporte de material de excavación hacia escombreras (Transporte libre 500 m.)	m3/Km	728576.46	0.27	197699.22
6	310 - 1	Escombreras	m3	104391.05	1.19	124225.35
CALZADA						\$ 5452086.72
	308 - 2 (2)	Acabado de la obra básica existente	m2	176091.50	0.69	121359.44
8	309 - 2 (2)	Transporte de Sub-base Clase III (Mina San Mateo)	m3/Km	2357635.81	0.27	639744.48
9	403 - 1	Sub-base Clase III	m3	26490.29	16.80	445055.95
10	309 - 2 (2)	Transporte de Base Clase II (Mina San Mateo)	m3/Km	1574028.55	0.27	427112.65
11	404 - 1	Base Clase II	m3	17685.71	19.68	348067.59
12	309 - 2 (2)	Transporte de material de mejoramiento para rellenos (Préstamo importado)	m3/Km	4963471.26	0.27	1346837.93
13	304 - 1 (2)	Material de mejoramiento para rellenos (Préstamo importado)	m3	55769.34	7.18	400552.13
14	405-(1)	Asfalto diluido para imprimación MC 30 (1 lt/m2)	lt	114840.00	0.83	95797.23
15	405-(5)	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 7.00 cm. de espesor	m2	114840.00	14.17	1627559.33
MUROS DE CONTENCIÓN CICLOPEO						\$ 66973.16
16	307 - 2 (1)	Excavación y relleno de obras de arte menor	m3	701.34	5.90	4140.29
17	503 - 4 .02.1.2	Replanto de HS f'c = 180 kg/cm2	m3	18.26	162.08	2959.65
18	503 (5)	Hormigón ciclópeo	m3	436.51	136.52	59593.04
19	606 - 2 (1)	Tubería PVC 4" para drenaje	m	45.66	6.14	280.18
DRENAJE						\$ 1586643.41
20	301 - 3 (1)	Remoción de estructuras de hormigón	m3	173.26	32.51	5632.30
21	307 - 2 (1)	Excavación y relleno de obras de arte menor	m3	2484.44	5.90	14666.66
22	307 - 3 (1)	Excavación para cunetas laterales	m3	9187.40	4.31	39634.44
23	307 - 3 (1)	Excavación para subdrenes longitudinales	m3	10513.49	4.31	45355.17
24	307 - 2 (1)	Excavación y relleno de obras de arte menor	m3	1762.97	5.90	10407.51
25	606 - 1 (2)	Material filtrante para subdrenes longitudinales	m3	10402.50	17.19	178865.79
26	606 - 1 (1b)	Geo textil para subdrenes longitudinales	m2	53735.59	3.48	186806.41
27	602 - (2A)	Suministro y colocación tubería metálica, D=1.20 m	m	230.30	271.39	62501.58
28	601 - (2A)	Suministro y colocación tubería HS armado, D=1.50 m	m	27.80	406.15	11291.03

APU	CÓDIGO RUBRO	DESCRIPCIÓN	U.	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
29	601 - (1A)	Suministro y colocación tubería PVC , D=60 mm, 0.50 Mpa	m	96.92	16.29	1579.19
30	606 - 1 (1a)	Suministro y colocación tubería PVC perforada, D=110 mm	m	11681.65	8.83	103112.76
31	503 (2)	Hormigón estructural, Clase B, f'c=240 kg/cm2	m3	341.00	242.16	82576.67
32	503 (3)	Hormigón estructural, Clase C, f'c=180 kg/cm2	m3	4593.70	167.83	770969.86
33	503 (3)	Hormigón estructural, Clase C, f'c=140 kg/cm2	m3	35.54	162.08	5761.11
34	504 (1)	Acero de refuerzo en barras, fy=4.200 kg/cm2	kg	27538.23	2.27	62518.34
35	511 -1 (1)	Escollera de piedra suelta	m3	189.37	26.22	4964.61
SEÑALIZACIÓN						\$ 230758.13
37	708 -5 (1)	Letreros de 1.80 m x 0.60 m	u	4.00	330.85	1323.41
38	708 -5 (1)	Letreros de 0,45 m x 0,60	u	40.00	173.24	6929.74
39	708 -5 (1)	Letreros de 0,60 m x 0,60	u	264.00	189.28	49970.00
40	709 - 4	Delineadores de curva horizontal tipo CHEVRON (0.75X0.90)m	u	560.00	197.45	110574.64
41	705 - (1)	Marca de pavimento continua (pintura tipo tráfico e=15cm en el eje de la vía, curvas y laterales)	m	57421.16	0.61	35055.62
42	705 - (4b)	Marca de pavimento sobresaídas (MPS) cada 12 m. Bidireccionales en el eje	u	4785.00	5.62	26904.72
COMUNICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL						\$ 4045.27
43	220 - (1)	Afiches y Folletos - (Material impreso con información ambiental)	u	100.00	4.08	408.42
44	220 - (5)	Comunicados radiales	u	90.00	20.40	1836.00
45	220 - (2)	Charlas de concientización	u	6.00	300.14	1800.85
REMEDIACIÓN AMBIENTAL						\$ 74638.88
46	205 - (1)	Agua para control de polvo	m3	2756.16	2.87	7901.36
47	206 - (1)	Área Sembrada - (Revegetación)	m2	38280.00	1.67	63793.62
48	206 - (2)	Área Plantada (Árboles y arbustos)	u	1500.00	1.96	2943.90
CONTROL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL						\$ 2682.30
49	201 - (1)	Trampa de grasas y aceites	u	1.00	265.67	265.67
50	201 - (1)	Letrina móvil	u	2.00	1208.32	2416.64
INDEMNIZACIONES						\$ 34999.99
51	E1	Indemnización de terrenos	ha	3.50	10000.00	34999.99
SON: OCHO MILLONES CIENTO DIEZ Y SIETE MIL NOVECIENTOS DIEZ Y SEIS DÓLARES CON ONCE CENTAVOS					TOTAL:	8117 916.11

Fuente: Diego Sarabia, 2018

10.1 Análisis Precios Unitarios (A.P.U.)

Se define como el análisis detallado de cada uno de los rubros involucrados en el presupuesto por cada una de las unidades de medida establecidos, en donde se determinará:

- Costos directos (incluyen: materiales, costos de mano de obra, costo de equipo – herramienta y valores de transporte.), es decir, son los costos previstos en que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en la cantidad o en el tiempo que sean necesarios, para realizar una actividad de construcción, mantenimiento o reparación de un tramo de carretera en un plazo establecido. (MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA, 2008)
- Costos indirectos. Estos alcanzan gastos de administración, oficina, dirección técnica, imprevistos y normalmente logran ser indicados que obligatoriamente se incurrirán en la obra. (MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA, 2008). El valor de costos indirectos tomados para el proyecto se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 200 Costos Indirectos Del Proyecto

Análisis De Porcentaje De Indirectos	
Tipo De Costo	Porcentaje De Indirectos
Planificación Y Dirección De Construcción	5.0 % Costo Directo
Utilidad	15 % Costo Directo
% Indirectos	20% Del Costo Directo

Fuente: Diego Sarabia, 2018

El Análisis de precios Unitarios se lo realizo en el programa PROEXCEL 2018.

ANEXO N°20: Análisis de Precios Unitarios – Presupuesto de construcción vial.

10.2 Cronograma Valorado De Ejecución

Contiene la programación de cada uno de los rubros establecidos en el presupuesto con su respectiva valoración mensual, esto permite que el fiscalizador pueda establecer un calendario de inversión contralado mes a mes. De igual manera el cronograma se lo realizo en el programa PROEXCEL 2018 **ANEXO N°21: Cronograma Valorado De Ejecución**

10.3 Especificaciones Técnicas Y Fórmula Polinómica

10.3.1 Especificación Técnica

Son aquellas que definen las normas, exigencias y procedimientos que deberán realizarse para cada rubro durante la ejecución del proyecto.

Las especificaciones deben de describir los siguientes aspectos:

- Definición.- se describe en forma precisa el rubro al que pertenece la obra
- Materiales y Herramientas necesarios para cumplir con la ejecución del rubro especificado
- Procedimiento y ejecución de la manera de realizarse el rubro
- Medición, donde se determina la unidad en la que será medido el rubro
- Forma de pago, donde se detalla la forma y el tiempo en el que se realizara el pago por el rubro.

Para el presente proyecto estas fueron realizadas acorde lo que establece las Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-001- F 2002

ANEXO N°22: Especificaciones Técnicas Del Proyecto

10.3.2 Fórmula Polinómica

La fórmula polinómica permite realizar un ajuste a los precios ante posibles cambios que pudieran presentarse a los costos directos del proyecto.

Los coeficientes de incidencia varían acorde al tipo de proyecto en donde constan mano de obra, materiales, equipos de construcción, utilidad entre otros. La fórmula polinómica fue elaborada mediante programa PROEXCEL 2018, el cual en su módulo principal permite la obtención de esta y que se detalla a continuación:

Tabla 201 Fórmula Polinómica Vía Boca Del Sucio – Las Delicias – San Salvador

$Pr=Po(0.204 B1/Bo + 0.238 C1/Co + 0.213 D1/Do + 0.107 E1/Eo + 0.048 F1/Fo + 0.041 G1/Go + 0.038 H1/Ho + 0.023 I1/Io + 0.012 J1/Jo + 0.011 K1/Ko + 0.065 X1/Xo)$		
COEFICIENTES Y SÍMBOLOS DE ESTA FÓRMULA		
PR = Valor reajustado del anticipo o de la planilla		
Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con cantidades de obra ejecutadas a los precios contractuales descontado la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado		
TÉRMINOS		
B	Mano de Obra	0.204
C	Materiales pétreos	0.238
D	Equipo y maquinaria de Construc. Vial	0.213
E	Repuestos para maquinaria de construcción	0.107
F	Cemento Portland	0.048
G	Betún petróleo (Asfalto) (O)	0.041
H	Combustibles (Mezcla 5% gasolina extra; y 95% Diesel)	0.038
I	Productos geo sintéticos	0.023
J	Componentes no Principales	0.012
K	Tubos y Acc. de hierro o acero (I)	0.011
X	IPC	0.065
	TOTAL =	1.000
CUADRILLA TIPO		
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1		0.488
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (GRUPO I)		0.036
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II)		0.024
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2		0.046
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2		0.406
TOTAL =		1

Fuente: Diego Sarabia, 2018

CAPITULO XI

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se determinó un TPDA para la vía de 90 vehículos para el año de estudio 2018, que crece a 153 vehículos al año 2038 final del período de diseño, lo que enmarca a la vía en la CLASE IV, de entre 100-300 de vehículos de TPDA , clasificación realizada mediante las Normas de Diseño Geométrico (MOP 2003).
- El diseño geométrico permite la disminución de la distancia de recorrido de 20 km a 19.14 km permitiendo un ahorro de tiempo de 80 min a 38.28 min y un incremento de velocidad de 15 km/h a 30 km/h.
- Se obtuvieron cunetas triangulares cuya capacidad hidráulica permite un drenaje adecuado de la vía y además como resultado del proyecto horizontal y vertical fue posible mejorar la cantidad de estructuras de drenaje transversal, con lo cual se logra optimizar la cantidad de obras de drenaje hasta un número de 73 alcantarillas (3,8 alcantarillas/km).
- Se adoptará un diseño de pavimento flexible de 2.50 pulgadas de carpeta asfáltica, material de Mejoramiento (espesor= 35cm), Sub-base clase III (espesor= 20cm) y Base clase II (espesor= 15.00 cm); como resultado obtenido por el método de diseño AASHTO 93.
- La mina a utilizarse será la de San Mateo ubicada aproximadamente a 90km del centro de gravedad dela vía en estudio, siendo esta una fuente de materiales

calificada, ya que cumple con las debidas especificaciones técnicas para agregados y permisos ambientales.

- El proyecto presenta una tasa interna de retorno (TIR) del 16.04 % que comparado con la tasa mínima de aceptación para el mes de evaluación (Diciembre 2018) permite concluir que el proyecto es viable.
- El proyecto presenta una tasa interna de retorno (TIR) del 16.04 % que comparado con la tasa mínima de aceptación para el mes de evaluación (Diciembre 2018) permite concluir que el proyecto es viable.
- El valor actual neto (VAN) es de \$946 693.32 positivo, lo que nos indica que los flujos efectivos proyectados a obtenerse serán mayores a la inversión de ejecución; por lo que se determina que el proyecto es económicamente rentable.

RECOMENDACIONES

- Se deberá verificar que todos los materiales a ser empelados durante la construcción de la vía cumplan con las debidas especificaciones técnicas, especialmente los materiales granulares los cuales se deberán realizar ensayos de densidad, contenidos de humedad, granulometrías, ensayos de compresiones para hormigones y Estabilidad Marshall para el pavimento asfáltico.
- La ejecución del proyecto deberá realizarse en épocas e donde no exista gran cantidad de lluvia debido a que este parámetro es el más importante para cumplir con los respectivos rendimientos establecidos para cada rubro de construcción.

- Si se requiere verificar los taludes de corte y relleno se recomienda realizar ensayos SPT entre otros para verificación de estos valores.
- Se recomienda realizar el correspondiente mantenimiento vial durante toda la vida útil del proyecto, de esta manera poder conservar el correcto y adecuado funcionamiento de la vía.

BIBLIOGRAFÍA

- A. LEMOS, R. (1999). *Drenaje Vial Superficial y Subterráneo*. Cauca: Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería.
- AASHTO. (2001). *Design of pavement structures*. Washinton DC: American Association Of State Highway And Transportation Officials.
- AASSHTO, A. A. (1993). *Design of pavement structures*. Washington DC: American Association Of State Highway And Transportation Officials.
- AMILCA, N. R. (2004). *Metodologías Matriciales De Evaluación Ambiental: Matriz De LEOPLD Y Método De MEL-ENEL*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- ASTM D-422-63, 2. (2009). *Método de Análisis del Tamaño de las Partuculas del Suelo*. American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.
- ASTM D4318-05, 2. (2009). *Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad de los suelos1*. American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.
- BRAJA M. DAS. (1999). *Principio de Ingeniería y Cimentaciones Cuarta Edición*. México DC: International Thomson Editores.
- CASTRO, A. M. (2009). *Evaluación y Formulación de Proyectos de Inversión*. México, DF: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- DÍALNET, 2. (2004, Enero Miércoles). *El Drenaje Subterráneo en las Carreteras*. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1065463>

- DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, Y. F. (2014). Manual de Carreteras. In M. d. Comunicaciones. LIMA: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- DIRECCIÓN INFRAESTRUCTURA VIAL GADPE. (2018). *Terminos de Referencia*. Esmeraldas: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas.
- EL COMERCIO, D. T. (2018, 01 03). *Data El Comercio*. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/datos/motos-matriculadas-crecieron-ecuador-transporte.html>
- EL TELEGRAFO, .. (2018, AGOSTO 28). *Conductores optan por la gasolina extra y eco país tras el alza del "Súper"*. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/gasolina-super-aumento-ecuador>
- GAD PARROQUIAL, D. S. (2018, 09 27). San Gregorio, Esmeraldas, Ecuador.
- GARZÓN, C. (2012). *Diseño de Muros de Contención*. QUITO: Universidad Central del Ecuador.
- GUEVARA-MARTÍNEZ, F. (2015). *Análisis y Ejecución de Movimiento de Tierra Empleando el Diagrama de Curva de Masas*. Lima: Universidad de Piura.
- INEC, I. N. (2010, 07 30). *INCE Buenas Cifras, Mejores vidas*. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- ING CORREDOR M, G. (2005). *Experimento Vial de La AASTHO y Las Guías de Diseño*. LIMA: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ING. SILVIA MATTEIS, 2. (2003). *Estabilidad de Taludes*. SANTA FÉ: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ROSARIO.

- ING.BYRON OMAR MORALES, 2. (2012). *Metodología de Estabilización de Taludes de Carreteras*. QUITO: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- INHAMI. (2018, 09 27). *Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología*. Retrieved from <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
- INIGEMM. (2018, 09 10). *Instituto de Investigación Geológico Minero Metalúrgico*. Retrieved from <https://www.geoinvestigacion.gob.ec/el-instituto/>
- INSTITUTO ESPACIAL ECUATORIANO, .. (2018, 09 10). *Sistema Nacional de Información (SNI)*. Retrieved from <http://www.institutoespacial.gob.ec/#>
- MANOSALVE, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. Santa Fé Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- MANUAL DE CARRETERAS CONSERVACIÓN VIAL, .. (2013). *Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, M. (2018, 08 22). *Geo Portal del Agro Ecuatoriano*. Retrieved from <http://geoportal.agricultura.gob.ec/index.php>
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, .. (2013). *Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Viabilidad Intermedia*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, M.-O.-F. (2002). *Especificaciones Generales para La Construcción de Caminos y Puentes*. Quito: Ministerio de Obras Públicas.

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA, .. (2008). *Manual para La Revisión de Costos y Presupuestos*. Managua: Ministerio de Transporte e infraestructura.

MINISTERIO DE TRANSPORTE INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS, .. (2009). *Manual de Drenaje Para Carreteras*. BOGOTÁ: Ministerio de Transporte instituto nacional de vias.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES PERU, .. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos - Geología-Geotecnia y Pavimentos*. Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

MOP-001-F, .. (2002). *Especificaciones Generales para La Construcción de Caminos y Puentes*. Quito: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.

MTOP. (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. In M. T. PÚBLICAS, *Normas de Diseño Geométrico de carreteras* (p. 26). QUITO: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito: Ministerio de Transporte y obras Públicas.

NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP. (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. In M. d. Públicas. QUITO: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS, p. (2003). Normas de Diseño Geométrico de carreteras. In M. d. Públicas. QUITO: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

- NORMAS PARA SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL, .. (2011). *Normas Para Señalización y Seguridad Vial*. Asunción: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
- PELÁEZ, J. D. (2014). *Evaluación del Impacto Ambiental a Proyectos de Desarrollo*. LIMA: Editorial Universitaria.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, 2. (2013). *Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil*. LIMA: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, P. R. (2011). *Señalización Vial Parte 1. Señalización Vertical*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, .. (2011). *Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- RIVERA, J. R. (2011). *Evaluación del Espectro de Carga y Coeficientes de Daño en el Corredor Boyacá*. Bogotá.
- RODRÍGUEZ, A. R. (2017). *Espectro de Carga y Daño Para Diseño de Pavimentos*. Monterrey: Instituto de Mexico del Transporte.
- TECNOLOGIA, F. E. (2004). *Meteorología y Climatología*. Barcelona: Villena artes gráficas.
- UMSS, 2. (2012). *Manual Completo de Diseño de Pavimentos*. COCHABAMBA: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON.
- VEN TECHOW, .. (1994). *Hidrología Aplicada*. BOGOTA: Martha Edna Suarez R.

VISCARRA AGREDA, F. (2005). *El Cono Dinámico de Penetración y su Aplicación en la Evualuación de Suelos*. La Paz: Universidad privada Boliviana.